



République du Mali

Un Peuple - Un But - Une Foi

Ministère de l'Agriculture

Direction Nationale du Génie Rural

Projet de Développement Rural Intégré en Aval du Barrage de Manantali (PDIAM)

Mission d'Etudes pour la Restauration, la Protection et l'Embellissement des Berges du Fleuve Sénégal dans les Cercles de Kayes et Bafoulabé



RAPPORT D'AVANT PROJET SOMMAIRE

VERSION DEFINITIVE

Mars 2010



Table des matières

1.	INTRODUCTION.....	1
1.1.	CONTEXTE ET JUSTIFICATION	1
1.2.	OBJECTIFS ET RESULTATS ATTENDUS DE L'ETUDE.....	2
1.2.1.	Objectif Global	2
1.2.2.	Objectifs spécifiques.....	2
1.3.	RESULTATS ATTENDUS DE L'ETUDE	2
1.4.	ATELIER DE VALIDATION DE LA PHASE I.....	3
2.	CARACTERISATION DE L'ETAT DE REFERENCE DE LA ZONE DU PROJET.....	3
2.1.	DEFINITION DE LA ZONE D'ETUDE.....	3
2.2.	MILIEU PHYSIQUE	5
2.2.1.	Relief, paysages et contexte géomorphologiques.....	5
2.2.2.	Climat et zones bio-climatiques.....	5
2.2.3.	Hydrologie et hydrographie.....	8
2.2.4.	Sols, végétation et espèces dominantes	8
2.3.	MILIEU HUMAIN ET PRINCIPALES ACTIVITES SOCIO ECONOMIQUES...	11
2.3.1.	Caractéristiques démographiques	11
2.3.2.	Occupation des terres, principaux systèmes de production.....	12
3.	LA PROBLEMATIQUE DE L'EROSION DES BERGES ET DE LA DEGRADATION DES SOLS.....	16
3.1.	LES PRINCIPALES FORMES D'EROSIONS	16
3.1.1.	L'Erosion hydrique.....	16
3.1.2.	Erosion éolienne	17
3.1.3.	L'érosion accélérée.....	18
3.2.	LES CAUSES ET LES CONSEQUENCES DE L'EROSION DES BERGES ET DE LA DEGRADATION DES SOLS	18
3.2.1.	Les facteurs naturels	18
3.2.2.	Les facteurs anthropiques	20
3.3.	LES FORMES DE DEGRADATIONS LIEES À L'EROSION.....	22
3.3.1.	Critères d'identification des formes de dégradation des berges	22
3.3.2.	Les formes de dégradations	23
3.4.	LA CARACTERISATION DES SITES RETENUS	25
3.4.1.	Le site d'Ambidedi	26
3.4.2.	Le site de Moussala	28
3.4.3.	Le site de Tambokané.....	28
3.4.4.	Le site de Diakanapé.....	29
3.4.5.	Le site de Samé Plantation.....	31
3.4.6.	Le site de Samé wolof.....	32
3.4.7.	Le site de Dar Salam Plantation.....	34
3.4.8.	Le site de Dar Salam Samé.....	36
3.4.9.	Le site de Somakidy village ou Somakidy koro	37
3.4.10.	Le site de Somakidy coura.....	38
3.4.11.	Le site de Bangassi	39
3.4.12.	Le site de Diakalel	40
3.4.13.	Le site de Saboussiré	42
3.4.14.	Le site de Kakoulou	43
3.4.15.	Le site de Denguirai.....	45

3.4.16.	Le site de Bafoulabé	46
3.5.	LES EXPERIENCES EN MATIERE DE LUTTE CONTRE L'EROSION DES BERGES, LA DEGRADATION DES SOLS ET LES INONDATIONS	48
3.5.1.	Le site d'Ambidédi	48
3.5.2.	Le site de Moussala	49
3.5.3.	Le site de Tambokané.....	49
3.5.4.	Le site de Diakanapé.....	49
3.5.5.	Le site de Samé Plantation.....	50
3.5.6.	Le site de Samé Wolof.....	50
3.5.7.	Le site de Dar Salam Plantation.....	50
3.5.8.	Le site de Dar Salam Samé.....	50
3.5.9.	Le site de Somakidy village.....	51
3.5.10.	Le site de Somakidy coura.....	51
3.5.11.	Le site de Bangassi	51
3.5.12.	Le site de Diakalel	51
3.5.13.	Le site de Saboussiré	52
3.5.14.	Le site de Kakoulou	52
3.5.15.	Le site de Maloum	52
3.5.16.	Le site de Denguirai.....	52
3.5.17.	Le site Bafoulabé	52
4.	LES SCHEMAS ET SCENARIO D'AMENAGEMENT	53
4.1.	LES ETUDES TECHNIQUES DE BASE	53
4.1.1.	Les études topographiques.....	53
4.1.2.	Les études hydrologiques	55
4.1.3.	Etudes géotechniques.....	58
4.1.4.	Etudes environnementales	58
4.2.	LES OUVRAGES DE PROTECTION DES BERGES PROJETES	59
4.2.1.	Les ouvrages de soutènement	61
4.2.2.	Description des variantes	61
4.2.3.	Les descentes en gradins.....	69
4.2.4.	Les ouvrages d'accostage (les plateformes)	69
4.2.5.	Les ouvrages divers (cordons pierreux, seuil de sédimentation).....	70
4.3.	LES AVANTAGES ET INCONVENIENTS PAR TYPES D'OUVRAGES.....	71
4.4.	LES ACTIONS DE LUTTE BIOLOGIQUE	72
4.4.1.	Les plantations	72
4.4.2.	Les semis directs et les ensemencements	72
4.4.3.	La végétalisation	72
4.4.4.	Les principales espèces végétales	73
4.4.5.	Les espèces herbacées, graminées et roseaux.....	75
4.4.6.	Les actions à réaliser.....	76
4.4.7.	Localisation des actions biologique et stratégie de mise en œuvre	76
4.4.8.	Les interventions spécifiques complémentaires	77
5.	EVALUATION DU COÛTS DES ACTIONS PROPOSEES.....	80
5.1.	EVALUATION DES COÛTS DES AMENAGEMENTS DE GENIE CIVIL	80
5.1.1.	Ouvrages en béton armé	80
5.1.2.	Ouvrage en gabion.....	81
5.1.3.	Incidences sur les volumes de remblai à mettre en place	81
5.1.4.	Comparaison des coûts	81
5.1.5.	Estimation du coût des ouvrages	82
5.2.	EVALUATION DES MESURES DE DRS/CES.....	83

5.2.1. Evaluation physique.....	83
5.2.2. Evaluation financière	86
5.3. COUT GLOBAL DU POJET	87
6. CONCLUSION	87

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Sites retenus pour la protection, la restauration et l'embellissement des berges</i>	4
<i>Tableau 2 : Evolution de la population de la zone du projet de 1998 à 2015</i>	12
<i>Tableau 3 : Liste des forêts classées des cercles de Kayes et Bafoulabé</i>	14
<i>Tableau 4 : Liste des réserves de faune et des zones d'intérêt cynégétique des cercles de Kayes et Bafoulabé</i>	15
<i>Tableau 5: Bornes topographiques implantées sur les sites</i>	55
<i>Tableau 6: Cotes du plan d'eau (en mètres) du fleuve Sénégal aux différentes stations pour différentes périodes de retour</i>	56
<i>Tableau 7: Caractéristiques morphologiques des bassins versants</i>	57
<i>Tableau 8: Débits décennaux et de projet des bassins versants</i>	58
<i>Tableau 9: Situation des points d'accès par village</i>	60
<i>Tableau 10: inconvénients des murs en différents matériaux (béton armé et gabion)</i>	71
<i>Tableau 11 : Localisation des travaux par site</i>	77
<i>Tableau 12 : Prix moyens estimés en FCFA HT-HD</i>	82
<i>Tableau 13 : Coût estimatif des travaux de génie civil en FCFA HT-HD</i>	83
<i>Tableau 14 : Récapitulatif des activités de DRS/CES</i>	84
<i>Tableau 15 : Détail de l'évaluation physique des activités par site</i>	85
<i>Tableau 16 : Coût estimatif des activités de DES/CES et protection biologique</i>	86
<i>Tableau 17 : Coût global du projet (option mur unique en béton armé)</i>	87
<i>Tableau 18 : Coût global du projet (option mur à deux niveaux)</i>	87

LISTE DES PHOTOS

<i>Photo 1 : Forme de Dégradation Verticale (site de Gaïma)</i>	23
<i>Photo 2 : Forme de Dégradation en ravines (site de Samé Wolof)</i>	24
<i>Photo 3 : Forme de dégradation en cascades et ravines (Kégnou Koto-Galadio)</i>	24
<i>Photo 4 : Forme de dégradation sur pente faible (Dar Salam Plantation, Tambokané)</i>	25
<i>Photo 5 : Dégradation verticale combinée avec un accès au fleuve à Ambidédi</i>	27
<i>Photo 6 : Ilots avec plantes aquatiques envahissantes dans le fleuve Sénégal à Diakanapé</i>	30
<i>Photo 7 : Mare/lac dans le terroir de Samé Plantation</i>	32
<i>Photo 8 : Peuplement naturel assez dense à dominance Acacia spp à Dar Salam Plantation</i>	34
<i>Photo 9 : Dégradation an nappe avec mosaïques de ravins et de rigoles</i>	35
<i>Photo 10 : Dégradation verticale à Dar Salam Plantation</i>	36
<i>Photo 11 : Travaux de maraîchage dans le lit, défrichage et coupe abusive des arbres à Dar Salam Samé</i>	37
<i>Photo 12 : Travaux de maraîchage dans le lit, défrichage, brulis et labour de terres susceptibles d'être transportées dans le fleuve à Dar Salam Samé</i>	37
<i>Photo 13 : Dégradation en ravins et en griffes profondes dans le village de Diakalel</i>	41
<i>Photo 14 : Etat de dégradation du quai de Bafoulabé sur la rive droite</i>	47
<i>Photo 15 : Haie vive en jatropa</i>	49
<i>Photo 16 : Lutte contre l'érosion des berges et les inondations à Diakanapé</i>	49
<i>Photo 17 : Collecteur à l'intersection de la route nationale Kayes – Diboli</i>	50
<i>Photo 18 : Haie vives dEuphorbia balzamiphera à Somakidy village</i>	51
<i>Photo 19 : Cordons pierreux et banquettes en sacs remplis de sable à Diakalel</i>	51
<i>Photo 20 : Etat du collecteur et plantations dans la ville de Bafoulabé</i>	53
<i>Photo 21 : Point d'accès au fleuve à Ambidedi et Samé plantation</i>	54
<i>Photo 22 : Lève topographique de zone de dégradation avec des ravins site Ambidedi</i>	54
<i>Photo 23 : Cordon pierreux</i>	70
<i>Photo 24 : Seuil de sédimentation</i>	71

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1: Carte des isohyètes du bassin du Sénégal (Etudes monographiques du fleuve Sénégal).....</i>	<i>6</i>
<i>Figure 2: Pluviométries annuelles aux postes de Kayes et de Bafoulabe</i>	<i>7</i>
<i>Figure 3: Pluviométries mensuelles aux postes de Kayes et de Bafoulabé</i>	<i>7</i>

LISTE DES SCHEMAS

<i>Schéma 1 : Profil de Diakanapé.....</i>	<i>31</i>
<i>Schéma 2 : Profil de Samé Ouolof</i>	<i>34</i>
<i>Schéma 3 : Profil de Darsalam Samé.....</i>	<i>37</i>
<i>Schéma 4 : Profil de Diakalel</i>	<i>42</i>
<i>Schéma 5 : Schéma type d'aménagement de point d'accès au fleuve</i>	<i>60</i>
<i>Schéma 6 : Schéma de mur de soutènement en béton</i>	<i>63</i>
<i>Schéma 7 : Schéma de mur de soutènement en gabion</i>	<i>64</i>
<i>Schéma 8 : Schéma de mur de soutènement vertical en gabion</i>	<i>65</i>
<i>Schéma 9 : Schéma du Terramesh System</i>	<i>67</i>
<i>Schéma 10 : Schéma de principe de l'enrochement</i>	<i>68</i>
<i>Schéma 11 : Schéma de principe de pose de matériaux pour l'enrochement</i>	<i>68</i>
<i>Schéma 12 : Schéma de descente en gradin</i>	<i>69</i>

LISTE DES IMAGES

<i>Image 1 : Image satellitaire de l'ensemble des sites</i>	<i>5</i>
---	----------

SIGLES ET ABREVIATIONS

APD	: Avant Projet Détaillé
APS	: Avant – Projet Sommaire
BA	: Béton Armé
BETICO	: Bureau d'Etudes Techniques et d'Ingénierie Conseil
CAA	: Centre d'Apprentissage Agricole
CMDT	: Compagnie Malienne de Développement des Textiles
CRRA	: Centre Régional de Recherche Agronomique/
ESPGR N	: Etude des Systèmes de Production et de Gestion des Ressources Naturelles
DNACPN	: Direction Nationale de l'Assainissement, du Contrôle des Pollutions et des Nuisances
DNAT	: Direction Nationale de l'Aménagement du Territoire
DNGR	: Direction Nationale du Génie Rural
DNH	: Direction Nationale de l'Hydraulique
DRAMR	: Direction Régionale de l'Appui au Monde Rural
DRCN	: Direction Régionale de la Conservation de la Nature
DRPS	: Direction Régionale du Plan et de la Statistique
DRS/CES	: Défense et Restauration des Sols /Conservation des Eaux et des Sols
EIES	: Etude d'Impact Environnemental et Social
ESPGRN	: Equipe Systèmes de Production et Gestion des Ressources Naturelles
GAR	: Gestion Axée sur les Résultats
GRDR	: Groupe de Recherche et de Réalisations pour le Développement Rural
GTZ	: Agence de Coopération Allemande
HD	: Hors Douane
HT	: Hors Taxe
IATP	: l'Informatique de l'Aménagement du Territoire et de la Population
IER	: Institut d'Economie Rurale
IGM	: Institut Géographique du Mali
IPR/IFRA	: Institut Polytechnique Rural/ Institut de Formation et de Recherche Appliquée
IPR/ISFRA	: Institut Polytechnique Rural/Institut Supérieur de Formation et de Recherche Appliquée
ITIAPE	: l'Institut de Techniques de l'Ingénieur en Aménagement Paysagers de l'Espace
JGRC	: Société Japonaise des Ressources vertes
JPA	: Jardins Potagers Africains
MARP	: Méthode Accélérée de Recherche Participative
MEME	: Ministère de l'Eau, des Mines et de l'Energie
OMVS	: Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
PAM	: Programme Alimentaire Mondiale
PGIRE	: Programme de Gestion Intégrée des Ressources en Eau
PDIAM	: Projet de Développement Intégré en Aval de Manantialie
PDS	: Pierrées Dressées associées au sous-solage
PDSEC	: Plan de Développement Social, Economique et Culturel
PGRN	: Programme de Gestion des Ressources Naturelles

PIDCB	: Projet Intégré de Développement du cercle de Bafoulabé
PIRL	: Projet d'Inventaire des Ressources Ligneuses
PIRT	: Projet Inventaire des Ressources Terrestres
PNUD	: Programme des Nations Unies Pour le Développement
PVC	: Polychlorure de vinyle
RAF	: Aménagement Intégré du massif du Fouta Djallon
RD	: Rive Droite
RG	: Rive Gauche
RGPH	: Recensement Général de la Population et de l'Habitat
STP	: Secrétariat Technique Permanent
TDR	: Termes de Référence

1. INTRODUCTION

1.1. CONTEXTE ET JUSTIFICATION

Le fleuve Sénégal est l'un des principaux fleuves de l'Afrique au sud du Sahara et le 2^{ème} du Mali qu'il traverse sur près de 2 000 km. Il est au centre du développement socio – économique du Mali notamment de la région de Kayes particulièrement en ce qui concerne les activités agro – sylvo – pastorales, minières, de pêche, de transport, de production d'électricité, d'industrie et d'artisanat, etc.

L'écosystème des berges constitue aujourd'hui un enjeu social, économique et écologique très important. En effet, la plupart des villages riverains sont installés à proximité des berges ; cette position leur offre une certaine facilité d'accès à l'eau du fleuve pour la satisfaction des besoins notamment ceux domestiques.

Ces activités anthropiques et leurs impacts négatifs comme l'exploitation de carrières et de matériaux de construction, la pollution des eaux et des sols, combinées aux impacts néfastes des sécheresses récurrentes, de l'érosion et du phénomène du changement climatique (les crues abruptes, les vents violents, les averses et les écarts de températures, etc.), ont entraîné une dégradation continue des berges du fleuve et des terres dans son bassin, menaçant ainsi le capital productif aussi bien en amont qu'en aval. Nous assistons à :

- Un élargissement et/ou une obstruction du lit du fleuve en plusieurs endroits ;
- Une sédimentation (ou ensablement) du lit par endroits avec la création de plusieurs îlots ;
- Une prolifération d'adventices qui constituent un handicap pour la pêche, la circulation sur le fleuve et surtout l'accès des hommes et des animaux à l'eau du fleuve ;
- Une diminution des superficies cultivables notamment en maraîchage suite à l'éboulement des bourrelets de berges ;
- Une menace continue des infrastructures économiques et sociales au niveau des villes riveraines (ex : Kayes) par suite de l'effondrement croissant des berges engendrant parfois des pertes d'habitations ou d'infrastructures ;
- Une disparition progressive de certaines espèces ligneuses spécifiques à l'environnement des berges avec son corollaire sur la faune ;
- Les activités de navigation, de pêches ou même de simple accès à l'eau du fleuve sont devenues par endroits pratiquement difficiles voire impossibles.

Face à l'état inquiétant de dégradation des berges du fleuve, des terres et des écosystèmes qui les sont associés, l'OMVS qui est l'organe de gestion des eaux du fleuve Sénégal, en rapport avec le PDIAM (agence d'exécution du projet), dans le cadre du Programme de Gestion Intégré des Ressources en Eau et de Développement des Usages Multiples du Bassin du Fleuve Sénégal (P.GIRE/OMVS), envisage la protection des ressources naturelles du bassin du fleuve Sénégal ainsi que celle des berges du fleuve suivant une approche intégrale d'intervention avec la participation de toutes les populations riveraines et la responsabilisation effective des collectivités décentralisées. La présente étude sur les aspects de caractérisation des formes d'érosion, de mesures anti érosives (DRS/CES), de protection et de restauration biologiques, d'embellissement et, l'Etude d'Impact Environnemental et Social (EIES), s'inscrit dans le cadre des études de faisabilité du projet de restauration, de protection et d'embellissement des berges du Fleuve Sénégal dans les cercles de Kayes et de Bafoulabé.

1.2. OBJECTIFS ET RESULTATS ATTENDUS DE L'ETUDE

1.2.1. Objectif Global

L'objectif global est, d'une part de réaliser des études techniques détaillées indispensables à une caractérisation plus précise des dégradations des berges, à la formulation et à la mise en œuvre de mesures appropriées de protection, de restauration et d'embellissement des berges du fleuve et, d'autre part d'assurer le contrôle des travaux d'infrastructures de protection et d'encadrement des communautés bénéficiaires dans la mise en œuvre des actions.

1.2.2. Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques sont :

- Faire un diagnostic des problèmes de dégradation des berges et proposer des solutions à soumettre aux communautés locales et à tous les acteurs concernés. Les propositions et schémas d'organisations seront évalués et complétés par la prise en compte des moyens relatifs à la participation de ces communautés aux travaux et à la pérennisation des actions du projet.
- Recenser les espèces végétales traditionnellement présentes sur les berges, les modifications des peuplements végétaux et l'état actuel des berges ;
- Identifier et caractériser les typologies des formes d'érosion des berges dans la zone et leurs origines ;
- Recenser les pratiques antiérosives existantes dans la zone d'étude, les caractériser (description, intérêts, limites) et proposer leur amélioration, et/ou l'introduction d'autres techniques mieux adaptées à chaque forme d'érosion identifiée et compatible avec les conditions écologiques et socio économiques des populations concernées ;
- Identifier les pratiques et les systèmes de production (agriculture, élevage, pêche et artisanat) favorisant l'érosion et la proposition des mesures (itinéraires techniques, aménagements, délocalisations, créations d'activités de substitution, etc.) pour réduire ou éliminer la contribution des systèmes de production à l'érosion et à la dégradation des berges ;
- Evaluer les niveaux d'eau du fleuve durant l'année en vue de déterminer les niveaux extrêmes (maximum et minimum) nécessaires à la conception des ouvrages;
- Evaluer les apports en eaux de ruissellement drainées par les bassins versants vers le fleuve et déterminer les crues de projets pour les différents ouvrages pour permettre leur dimensionnement ;
- Proposer des mesures biologiques et mécaniques de protection, de restauration et d'embellissement des berges, de DRS/CES assortie d'évaluations physique et financière des activités proposées.

1.3. RESULTATS ATTENDUS DE L'ETUDE

L'étude comporte deux (02) phases avec des résultats attendus de chacune.

- Phase I : Avant Projet Sommaire :
 - Identification des travaux de restauration, de protection et d'embellissement des berges du Fleuve Sénégal dans les cercles de Kayes et de Bafoulabé ;

- Proposition de variantes d'aménagement ;
 - Atelier de validation du rapport APS et choix d'une variante.
- Phase II : Etude d'Avant Projet Détaillé de la variante retenue à l'issue de l'atelier :
 - Etude d'Impact Environnemental et Social (EIES) de la variante choisie
 - Etude technique détaillée des travaux de restauration, de protection et d'embellissement des berges du Fleuve Sénégal dans les cercles de Kayes et de Bafoulabé.

Le présent rapport concerne la phase I qui consiste à réaliser :

- Les études diagnostiques de la situation actuelle de : (i) l'érosion des berges, (ii) la dégradation des sols et des écosystèmes qui les sont associés ;
- Les études techniques de base en matière de protection et de DRS/CES pour relever les paramètres nécessaires à une caractérisation et à une formulation de solutions techniques envisageables (APS) avec des actions d'accompagnement nécessaires (organisation des bénéficiaires, pérennisation des actions, gestion des infrastructures).

1.4. ATELIER DE VALIDATION DE LA PHASE I

L'atelier de validation de l'Avant Projet Sommaire (APS) a permis de faire un choix de variante pour la phase suivante de l'étude, ce choix a été consensuel après une large discussion et d'échange entre les participants. Il a été question aussi de revoir les dimensions (largeur) des ouvrages, donc ce présent rapport définitif tient compte des résultats de l'atelier. Le rapport de l'atelier est joint en annexe.

2. CARACTERISATION DE L'ETAT DE REFERENCE DE LA ZONE DU PROJET

2.1. DEFINITION DE LA ZONE D'ETUDE

Située à l'extrême Ouest du pays entre les 12^{ème} et 17^{ème} degrés de latitude Nord à cheval sur le Haut Sénégal et ses affluents, la région de Kayes couvre une superficie de 120.760 km² soit 9,7% de la superficie du territoire national. Elle est limitée à l'est par la région de Koulikoro, à l'ouest par la République du Sénégal, au nord par la République Islamique de Mauritanie et au sud par la République de la Guinée Conakry. Elle compte 7 cercles, 1453 villages, 117 Communes rurales et 12 communes urbaines (DRPS/Kayes, 2003).

Les travaux du projet de protection, de restauration et d'embellissement des berges du fleuve Sénégal sont localisés dans les cercles de Kayes et de Bafoulabé au Mali. Il s'agit précisément des villages des communes de Logo, Samé Djomboma, Kéméné Tombo, Bangassi et Somankidi. Le tableau n°1 donne le détail des sites retenus pour l'étude

Les sites d'intervention du projet sont situés tout au long du fleuve Sénégal repartis sur les tronçons entre Bafoulabé et Ambidedi (voir image ci-dessous de la figure n°1).

Les berges du fleuve à l'intérieur de la ville de Kayes sont majoritairement prises en charge dans le cadre de la mise en œuvre d'un autre projet de l'OMVS dont le lancement a eu lieu le

29/10/2009. C'est pourquoi, l'équipe propose de consacrer le projet exclusivement en milieu rural. Cependant, selon le chef du Service des Eaux et Forêts, point focal du projet de Kayes, les berges en aval du pont de Kayes ne sont pas suffisamment prises en compte dans cette intervention.

A la suite de la visite de terrain, de nouvelles propositions de sites ont été faites de manière consensuelle par le groupe d'experts pour compenser les 5 000 m initialement prévus dans la ville de Kayes. Il s'agit des sites de Kakoulou (rive gauche), de Denguéraï (rive gauche), de Dar Salam plantation (rive gauche), de Dar Salam Samé (rive gauche) et de Somankidi village (rive droite).

Tableau 1 : Sites retenus pour la protection, la restauration et l'embellissement des berges

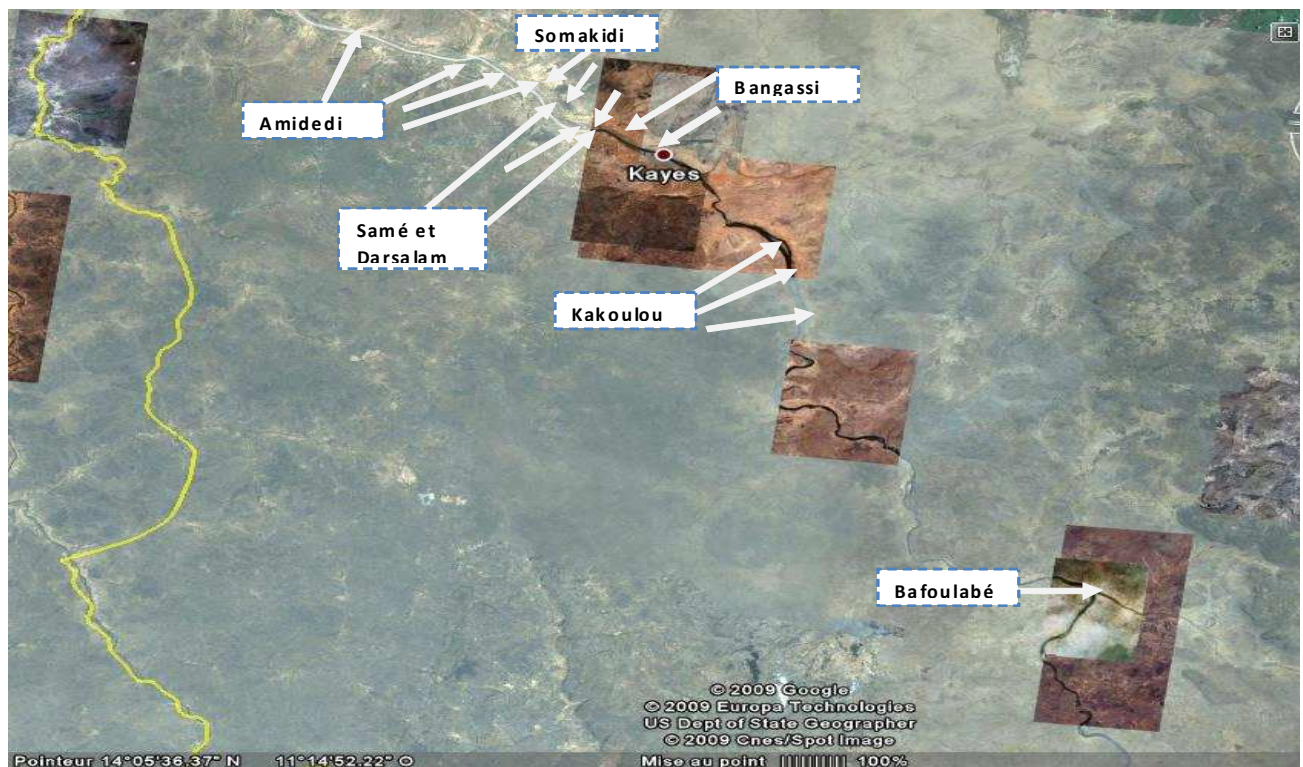
Cercle	Commune	Sites concernés	Linéaires à restaurer (m)
Bafoulabé	Bafoulabé	Bafoulabé	2 000
		Mahina**	1 000
Kayes	Logo	Saboussiré RG	1 000
		Kakoulou RG*	1 500
		Maloum RG	1 000
	Samé Djomboma	Dar Salam plantation RG*	1 500
		Samé Wolof RG	3 000
		Samé plantation RG	2 500
		Dar Salam Samé RD*	1 500
	Kéméné Tombo	Diakanapé RG	3 500
		Ambideni RG	8 500
		Tambonkané RG	1 500
		Moussala RG	1 500
	Bangassi	Diakalel RD	3 500
		Bangassi RD	2 500
	Somankidi	Somankidi village RD*	1 000
		Somankidi Coura RD	1 500
	TOTAL LINEAIRES A RESTAURER		

Source : Termes de référence de l'étude de protection, de restauration et d'embellissement des berges du fleuve Sénégal dans les cercles de Kayes et de Bafoulabé.

* sites proposés à la suite de la mission de reconnaissance de terrain

** site ajouté à la suite de l'atelier de validation en guise de complément

Image 1 : Image satellitaire de l'ensemble des sites



2.2. MILIEU PHYSIQUE

2.2.1. Relief, paysages et contexte géomorphologiques

Les caractéristiques géomorphologiques de la zone d'étude sont marquées par les plateaux des monts Mandingues (infracambrien tabulaire formé de grès, de grès schisteux et de pyélites), recouverts par des cuirasses ferrugineuses. A l'ouest, ces plateaux se terminent par les falaises du Tambaoura.

Ces élévations dominent les plaines du Falémé s'écoulant sur des socles birrémien (roches granitiques et métamorphiques) qui affleurent au nord de Kayes pour constituer le Guidimaka.

Une succession de massifs montagneux (plateau du Kasso) et de plaines vallons occupées par le fleuve Sénégal et ses affluents. Les cours d'eaux temporaires comme le Kolimbiné et le Karakoro sont à l'origine de la mise en place de terrasses alluviales constituées de matériaux alluvionnaires de différentes granulométries.

Les paysages de la zone d'étude sont également marqués par plusieurs mares et lacs qui reçoivent les surplus des eaux de ruissellement pour garder l'eau pendant une bonne partie de l'année.

2.2.2. Climat et zones bio-climatiques

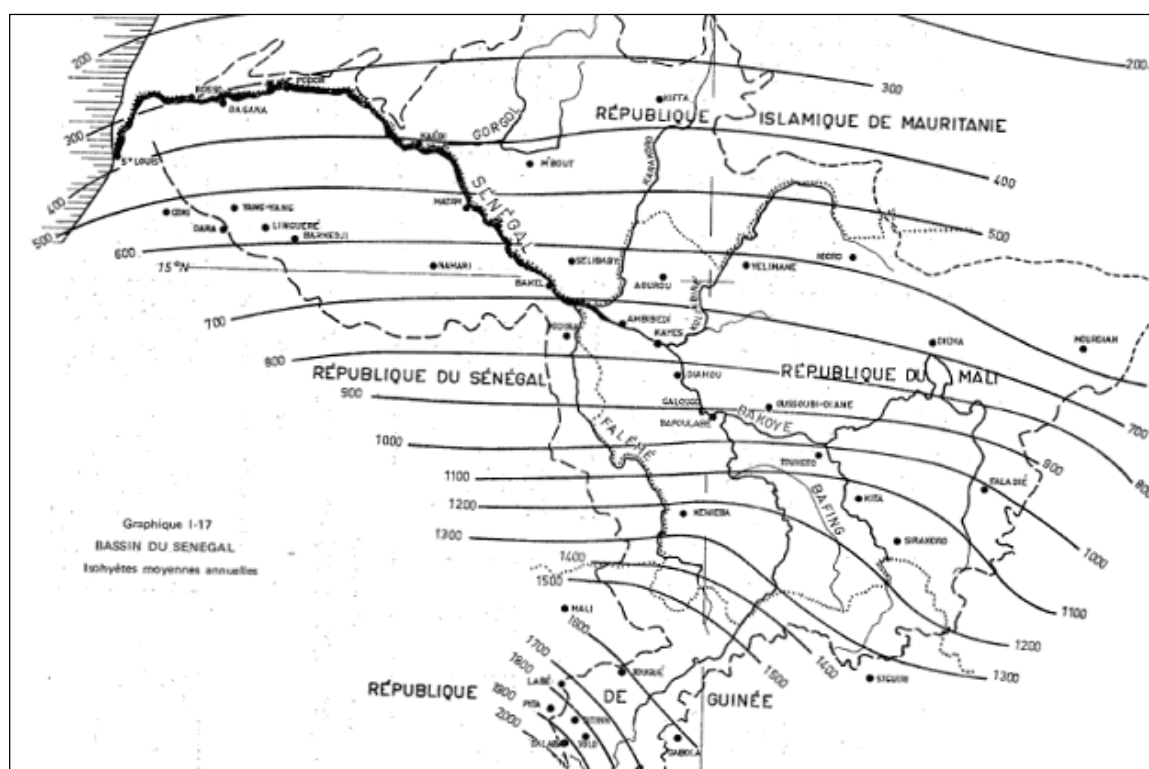
La région est partagée entre quatre zones bio-climatiques qui sont toutes représentées dans la zone d'étude. Il s'agit de :

- La zone du Sahélien Sud, située entre les isohyètes 400 mm et 600 mm, le climat est de type semi-aride. Sa superficie dans la région est estimée à 17451 km² (PIRT, 1983) ;
- La zone du Soudanien Nord, (600 à 1000 mm), il couvre une superficie de 39395 km² dans la région de Kayes ;
- La zone du Soudanien Sud, (1000 à 1200 mm) avec 46195 km² dans la région ; cette zone concerne essentiellement les sites des communes de Logo et de Bafoulabé ;
- Une zone pré guinéenne ou humide au sud (Soudano Guinéen) qui occupe l'extrême sud de la région entre les isohyètes 1200 et 1400 mm, (PIRT, 1983).

Dans la zone d'étude, le sahélien sud et le soudanien nord concernent essentiellement les sites des communes de Samé Djomboma, Kéméné Tombo, Bangassi et Somankidy du cercle de Kayes. Le soudanien sud concerne les sites des communes de Logo et de Bafoulabé. La figure 1 présente la Carte des isohyètes du bassin du Sénégal (Etudes monographiques du fleuve Sénégal).

La région comprend quatorze zones agro écologiques dont trois abritent la zone d'étude, à savoir : le **Sero** et la **Tambaoura** dans le cercle de Kayes ; le **Bambouk** dans le cercle de Bafoulabé (CRRRA-Kayes/ESPGRN, 2002).

Figure 1: Carte des isohyètes du bassin du Sénégal (Etudes monographiques du fleuve Sénégal)



Source : Etudes Monographiques du fleuve Sénégal

a) Pluviométries mensuelles et annuelles

Les pluviométries mensuelles et annuelles des stations pluviométriques de Kayes et de Bafoulabé ont été fournies sur la période 1960 – 2008. La pluviométrie annuelle dans la zone varie entre 600 et 950 mm. Elle est de 700 à 1100 au sud de Kayes et 500 à 700 mm au nord.

Mais, depuis une trentaine d'années, suite à des sécheresses récurrentes, la pluviométrie annuelle dans la zone se situe entre 600 et 800 mm (cf. figure ci-dessous).

La plus grande partie de la pluie annuelle tombe durant les mois de Juillet, d'Août et de Septembre (cf. figure ci-après). Il faut dire que ces quantités ont énormément diminuées ces dernières années et cela, à cause des sécheresses des trente dernières années.

Il faut signaler que même si la situation a semblé revenir à la normale durant certaines années comme en 1996, elle est vite revenue aux valeurs des années de sécheresses. Il faut reconnaître que depuis 1999, la quantité de pluie annuelle qui tombe dans la zone a légèrement augmentée. Il faut souhaiter que cette situation perdure.

b) Les Températures

Les températures varient entre 10°C (mini) en décembre – janvier et 45°C (maxi) en avril – mai, avec une moyenne de 25 à 35°C.

Figure 2: Pluviométries annuelles aux postes de Kayes et de Bafoulabe

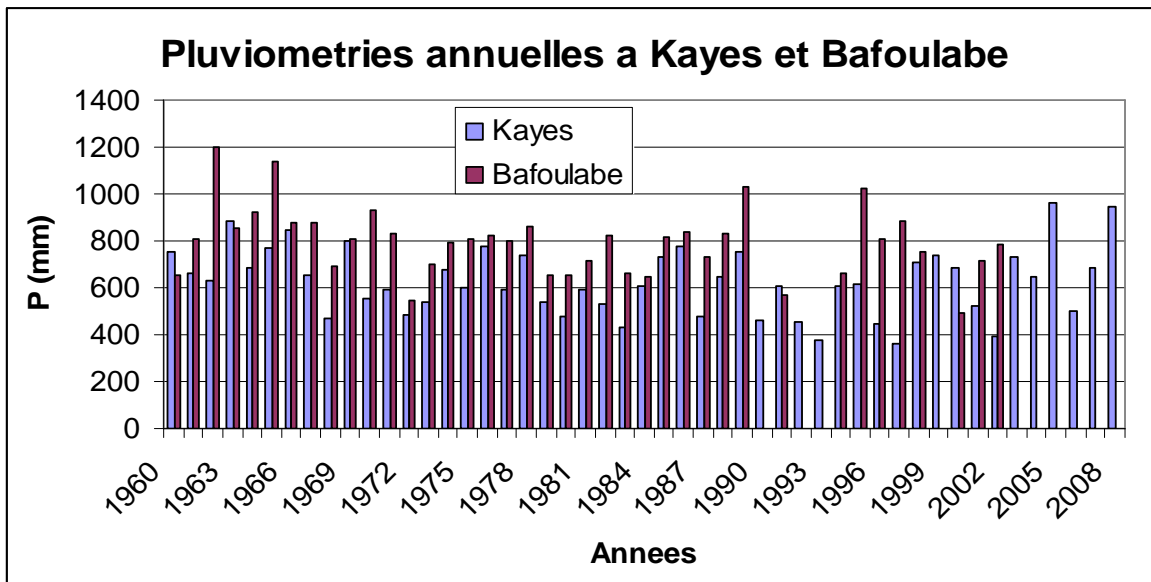
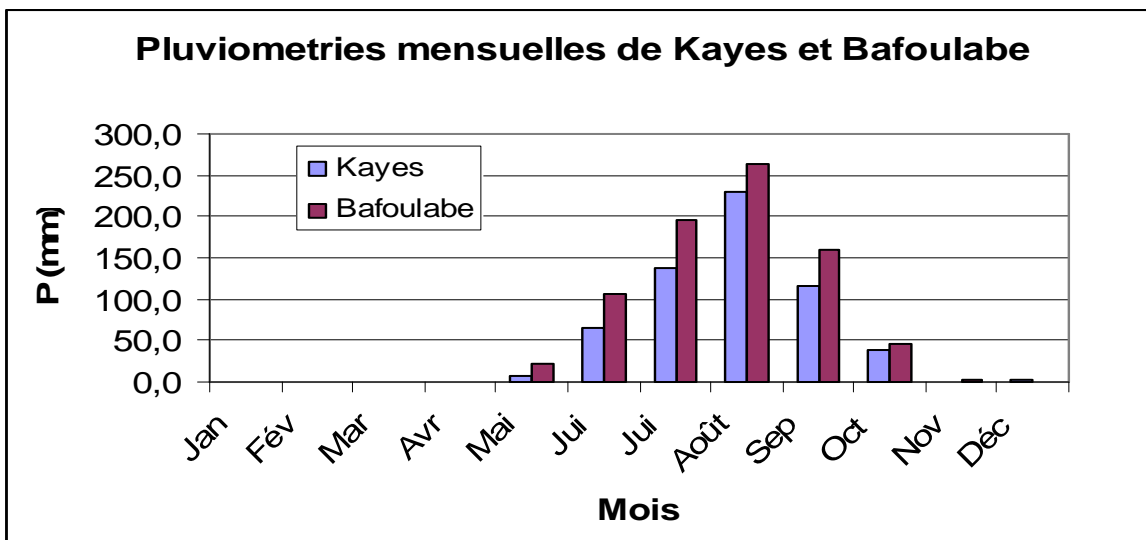


Figure 3: Pluviométries mensuelles aux postes de Kayes et de Bafoulabé



c) Les Vents

Les vents dominants dans la zone d'étude sont l'harmattan et la mousson :

- L'harmattan : vent chaud et sec, provenant de l'anticyclone saharien (zone de haute pression) et dirigé vers la zone de convergence inter tropicale suivant la direction privilégiée sud-ouest / nord-est ; c'est la masse d'air qui s'installe durant la saison sèche ;
- La mousson : vent chaud et humide, chargée d'humidité maritime, dirigée vers la zone de convergence inter tropicale selon la direction nord-est / sud-ouest. Il est à l'origine des pluies.

2.2.3. Hydrologie et hydrographie

Formé par la rencontre du Bafing et du Bakoye à Bafoulabé, le fleuve Sénégal est le principal cours d'eau de la région. Il a comme affluents : la Falémé à l'extrême ouest de la région, le Kolombiné et le Karakoro.

Le fleuve Sénégal draine un bassin versant de 155.000 km² environ au Mali, et concerne une population estimée à 2 millions d'habitants (Cellule Nationale OMVS, 2002). En plus du fleuve Sénégal et de ses affluents, il existe plusieurs lacs et mares donc certains sont permanents ou semi permanents. Ces lacs et mares reçoivent une grande partie des eaux de ruissellement constituant ainsi un élément important de la lutte contre l'érosion et le ruissellement.

2.2.4. Sols, végétation et espèces dominantes

Les cercles de Kayes et de Bafoulabé se situent sur trois zones bio-climatiques, avec plus de 70 % dans la partie soudanienne. Ces différents domaines bio-climatiques et les principaux types de milieux physiques qui les caractérisent, conditionnent la nature de la distribution des formations ligneuses au niveau des cercles. La couverture végétale des sols, les espèces dominantes et les problèmes de déforestation sont l'une des causes majeures de la dégradation des berges, c'est pourquoi, une description plus détaillée est faite ci-après.

Les types de formation végétale varient selon les principales zones climatiques :

- La zone sahélienne est le domaine de la Steppe, formation épineuse à prédominance d'*Acacia spp*, *Balanites aegyptiaca*, *Zizuphus mauritiana*, etc. ;
- La zone Soudanienne est celle de la savane arborée et boisée avec des parcs à *Vitallaria paradoxa* (karité) *Parkia biglobosa* (nééré) etc. ;
- La zone pré guinéenne est le domaine de la forêt claire et de la forêt galerie.

Le cercle de Bafoulabé et le Sud du cercle de Kayes sont composés de paysages à dominante cuirassée ou carapacée. Au Nord du cercle de Kayes, le substrat est surtout de granite fortement érodé et de grés avec par endroits quelques recouvrements sableux.

La végétation épouse cette disparité et nous allons trouver une large gamme de paysages et de formations végétaux, depuis les savanes arbustives septentrionales jusqu'aux galeries forestières plus méridionales.

Les différents types de paysages végétaux reconnus dans les cercles de Kayes et de Bafoulabé selon les travaux du PIRL sont entre autres :

a) Paysages associés aux plaines d'inondation des grands cours d'eau

Ce paysage est composé de deux formations végétales d'importance très inégale : sur plus de 90 % de sa surface (plaines d'inondation) il est couvert par une prairie hygrophile quasiment dépourvue de ligneux et dominée par *vetiveria spp*, *panicum spp*, etc. Sur la surface restante (berges), c'est une frange ripicole de type guinéen inondable qui se développe. Elle est dominée par des taxons ripicoles comme : *Mitragyna inermis*, *Pterocarpus santalinoïdes*, *Dialium guineense*, *Raphia sudanica*, *Cynometra vogelii*, etc. Non encore mis en valeur ce paysage présente un potentiel agricole important (riziculture essentiellement), alors que son intérêt forestier se limite à la conservation des berges.

Une utilisation rationnelle de ces formations (riziculture avec aménagements dans la plaine et protection de la galerie) paraît plus souhaitable et serait sûrement beaucoup plus utile qu'une extension des cultures en sec sur glacis.

Le volume ligneux est quasi nul dans la plaine, et varie entre 50 et 80 m³/ha dans la galerie. Toutefois les arbres sont en général mal conformés et le taux d'espèces intéressantes est faible.

b) Paysages associés aux vallées étroites et sinueuses

Les quelques galeries qui existent sur les cercles sont de type soudano-sahélien ou sahélien et dominées par des essences comme : *Anogeissus leiocarpus*, *Mitragyna inermis*, *Pterocarpus erinaceus*, *Pterocarpus lucens*, *Bauhinia reticulata*, *Acacia spp*. Les graminées sont un mélange d'hygrophiles et d'espèces des formations voisines : *Panicum turgidum*, *Echinochloa stagnina*, *Pennisetum pedicellatum*, *Andropogon pseudapricus*, *Aristida spp*, *Cassia tora*, *Cassia occidentalea*. Le volume de ces formations qui sont parmi les plus riches des cercles varie entre 20 et 40 m³/ha. Notons que ces paysages sont marginaux dans le cercle de Kayes et leur vocation principale reste la conservation.

c) Paysages associés aux glacis d'épandages

Il s'agit de systèmes de jachères plus ou moins anciennes, une grande partie du paysage est d'ailleurs en cultures.

Dans la moitié nord du cercle de Kayes, les systèmes de jachères sont généralement dominés par une strate lâche d'*Acacia spp* et colonisés par un cortège d'héliophiles pionnières comme *Guiera senegalensis*, *Combretum spp*, *Bauhinia reticulata*, etc.

Dans le cercle de Bafoulabé et la partie sud cercle de Kayes, il s'agit de formations de savane verger à recrû forestier plus ou moins développé, en fonction de l'âge et de la durée de la jachère. Essentiellement dominée par les arbres utiles : *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, on y trouve aussi quelques gros pieds de : *Khaya senegalensis*, *Ficus spp*, *Pterocarpus spp*, *Bombax costatum*, *Sterculia setigera*, *Acacia albida*, et un recrû héliophile à *Combretum spp*, *Terminalia spp*, *Ptelopsis suberosa*, *Pterocarpus spp*, *Guiera senegalensis*, etc. La couverture graminéenne y est un mélange de rudérales nitrophiles et de pionnières.

La couverture graminéenne y est un mélange de rudérales nitrophiles et de pionnières. La plus grande part du volume sur pieds est fournie par les quelques individus préservés lors des

défrichements. Ce volume varie entre 10 et 25 m³/ha. Le recrû ligneux sur jachère est souvent médiocre, mais représente une source de bois non négligeable pour les ruraux.

d) Paysages associés aux zones instables à érosion agressive

En bordure des marigots et en fonction de la résistance du matériau des berges se trouvent des zones d'érosion actives. La végétation s'y installe tant bien que mal et nous pouvons distinguer suivant la nature du matériau :

- Zone d'érosion agressive sur matériau non cuirassé : la végétation est extrêmement pauvre et dominée par *Pterocarpus lucens*, *Combretum micranthum*, *Boscia senegalensis*, *Guiera senegalensis*, etc. ;
- Zone d'érosion agressive sur matériau cuirassé : la végétation y est un peu plus « riche » et dominée par *Acacia seyal*, *Combretum micranthum*, *Grewia spp.* *Acacia spp.*

Dans les deux cas les volumes sont faibles à très faibles, presque toujours inférieurs à 5m³/ha.

e) Paysages associés aux basses collines cuirassées

Avec ses sols squelettiques et ses cuirasses sub-affleurantes, il constitue un milieu xérique et très pauvre. Dans le cercle de Bafoulabé et la partie sud du cercle de Kayes, la végétation se présente en plaques dominées par *Pterocarpus lucens*, *Combretum spp.* Localement quelques grands pieds de *Bombax costatum*, de *Lannea microcarpa* émergent de la strate buissonnante. Dans la partie nord du cercle de Kayes, les plaques s'amenuisent et sont souvent réduites, la densité baisse, et l'on note l'apparition de taxons nettement xériques septentrionaux comme *Acacia raddiana*, *Acacia seyal*, *Acacia pinnata*, etc. La strate herbacée est composée d'annuelles des sols gravillonnaires comme *Loudetia togoensis*, *Microchloa indica*, *Andropogon pseudapricus*, *Elionurus elegans*, etc. Le volume ligneux est faible et varie de 0 à 20 m³/ha, en fonction du degré de cuirassement et de la pluviométrie.

f) Paysages associés aux basses croupes et aux glacis carapaces

La formation naturelle est une savane arborée, avec une proportion plus forte des Combrétacées. La végétation ligneuse se présente par plaques et elle est dominée par les espèces suivantes : *Combretus nigricans* *Pterocarpus lucens*, *Guiera senegalensis*, *Acacia spp*, *Boscia spp*, etc. Ça et là nous trouvons quelques grands individus de : *Sterculia setigera*, *Pourpartia birrea*, *Bombax costatum*, etc. La couverture graminéenne est très proche de celle du paysage associé aux basses collines cuirassées et surtout composée par : *Andropogon pseudapricus*, *Loudetia togoensis*, *Diheteropogon spp*, *Pennisetum spp*. Le volume y varie entre 10 et 20 m³/ha, avec la présence de zones très dégradées (glacis de dénudation) nettement plus pauvres (moins de 5 m³/ha).

g) Paysages associés aux reliefs vigoureux

Ce type de modelé se localise dans la partie ouest du cercle de Kayes. Il est essentiellement dominé par une savane arborée pauvre émaillée par des affleurements rocheux ou des glacis d'érosion. Cette végétation est dominée par *Pterocarpus lucens*, *Combretus micranthus*, *Combretus nigricans*, *Combretus glutinosus*, *Acacia spp*, avec ici et là quelques individus de *Pourpartia birrea*, *Sterculia setigera*. Le volume est généralement inférieur à 20 m³/ha. A la faveur de systèmes d'éboulis stabilisés nous avons une savane boisée dont le volume peut atteindre 50 m³/ha avec une moyenne de 35 m³/ha.

h) Paysages associés aux vieux dépôts sableux

Ce paysage est caractéristique du nord du cercle de Kayes. Il est dominé par une mosaïque de savanes arborées variables. On peut distinguer les savanes arborées sur sol non hydro morphe, les savanes arborées sur sol hydromorphe de profondeur, les formations rizicoles des systèmes importants de mares temporaires.

Les savanes arborées hors des systèmes importants de mares temporaires comportent des zones surélevées dominées par, *Pterocarpus Lucens*, *Grewia spp*, *Combretum glutinosum*, *Combretum gasalencea*, etc. Localement le paysage est émaillé de quelques gros pieds de *Bombax costatus*, *Pourpartia birrea* et *Sterculia setigera*. Dans les zones dépressionnaires nous trouvons des espèces classiques des sols lourds comme : *Acacia seyal*, *Acacia nilotica*, *Acacia raddiana*, *Zyziphus mauritiana*, *Anogeissus leiocarpus*, etc. La couverture graminéenne est constituée d'une mosaïque complexe d'espèces hygrophiles cantonnées aux dépressions et d'espèces de substrats limono sableux comme *Schoenefeldia gracilis*.

Les formations ripicoles des mares temporaires : la proportion relative de ces diverses formations dans le paysage se modifie quand on monte vers le nord ou la couverture sableuse s'épaissit et la part des zones hydro morphes diminue. On rencontre alors les savanes arborées sur sol non hydro morphe (dominantes), les savanes arborées sur sol plus ou moins hydro morphe et les mares temporaires.

i) Paysages associés aux systèmes dunaires remaniés ou non

Ce type de paysage se rencontre dans le nord du cercle de Kayes. Il est peu concerné par la zone du projet. Ce modelé se caractérise par une couverture sableuse éolienne de plusieurs mètres et par une succession de creux et de bosses orientés (cordons) ou remaniés (mamelons et champs de chablis). La strate ligneuse est dominée *Combretum glutinosus*, *Combretum gasalencea*, *Boscia salicifolia*, *Acacia spp*. De part et d'autre on peut trouver quelques grands individus de *Prosopis africana*, *Bombax costatum*, *Pourpartia birrea*, *Sterculia setigera*, qui sont bien souvent morts ou dépérissant.

La strate graminéenne est évidemment dominée par les psammophiles et nous avons : *Schoenefeldia gracilis*, *Cenchrus biflorus*, *Eragrostis tresula*, *aristida spp*. Le volume à l'hectare est médiocre voire même faible, de l'ordre de 5 m³/ha en ce qui concerne le cercle de Kayes.

2.3. MILIEU HUMAIN ET PRINCIPALES ACTIVITES SOCIO ECONOMIQUES

2.3.1. Caractéristiques démographiques

a) La Population

La population du cercle de Kayes est estimée à 327 891 habitants en 1998, contre 168 734 en ce qui concerne le cercle de Bafoulabé (RGPH 1998). Dans le cercle de Kayes, les cinq (05) communes rurales concernées par le projet totalisent 43 875 habitants, soit 13,4% de la population totale du cercle. La population concernée dans le cercle de Bafoulabé est de 15 386 habitants en 1998, soit 9,12 % de la population totale du cercle.

A la même date, la population totale concernée au niveau régionale est estimée à 59 216 habitants, soit 4,31% de la population régionale. Les femmes qui sont au nombre de 30 028

habitants, soit 51%, contre 49% pour les hommes, occupent une place importante dans les activités socio –économiques de cette population concernée et de développement de la zone de l'étude.

La population concernée a évolué de 59 216 habitants en 1998 pour atteindre 74 529 en 2009. Cette population pourrait atteindre 85 423 habitants en 2015. Dans tous les cas, l'importance des femmes demeure constante. Le tableau 2 présente l'évolution de la zone d'étude de 1998 à 2015.

b) Les mouvements de populations

Les mouvements de populations sont largement dominés par l'émigration et l'exode rural. Les émigrants représentent 23 à 35% de la population totale suivant les communes rurales. Cette diaspora a un apport extrêmement important pour le développement socio – économique de la région de Kayes en général et de la zone d'étude en particulier. Les zones de destination sont l'Europe, les Amériques, l'Asie et le reste de l'Afrique. L'exode rural et l'émigration concernent aussi bien les hommes que les femmes. Les destinations de l'exode rural sont les villes régionales principalement Kayes, les villes nationales (Bamako, Ségou, Sikasso, etc.) et les pôles de développement agricole (Office du Niger, CMDT, Manantali, etc).

Tableau 2 : Evolution de la population de la zone du projet de 1998 à 2015

Division administrative	Population en 1998			Population en 2007			Population en 2009			Population en 2015		
	HOMME	FEMME	TOTAL	HOMME	FEMME	TOTAL	HOMME	FEMME	TOTAL	HOMME	FEMME	TOTAL
CERCLE DE KAYES	161 818	166 073	327 891	194 103	199 207	393 310	203 134	208 476	411 610	232 829	238 932	471 761
Commune de BANGASSI	3 351	3 263	6 614	4 020	3 914	7 934	4 207	4 096	8 303	4 822	4 695	9 517
Commune de KEMENE TAMBO	6 564	6 702	13 266	7 874	8 039	15 913	8 240	8 413	16 653	9 444	9 643	19 087
Commune de LOGO	4 743	5 224	9 967	5 689	6 266	11 956	5 954	6 558	12 512	6 824	7 517	14 341
Commune de SAME DIONGOMA	4 649	4 595	9 244	5 577	5 512	11 088	5 836	5 768	11 604	6 689	6 611	13 300
Commune de Somakidy	2 301	2 483	4 784	2 824	3 047	5 871	2 955	3 189	6 144	3 387	3 655	7 042
TOTAL KAYES	21 608	22 267	43 875	25 984	26 778	52 762	27 193	28 024	55 216	31 168	32 121	63 287
							-	-		-	-	
CERCLE DE BAFOULABE	81 861	86 870	168 734	98 193	104 202	202 395	102 762	109 050	211 812	117 784	124 991	242 775
Commune de BAFOULABE	7 624	7 761	15 386	9 145	9 309	18 455	9 571	9 742	19 313	10 970	11 166	22 136
TOTAL BAFOULABE	7 624	7 761	15 386	9 145	9 309	18 455	9 571	9 742	19 313	10 970	11 166	22 136

Source: DRPSIAP de Kayes sur la base des données du RGPH 1998

N.B. : Les résultats du RGPH 2009 étant encore à l'état provisoire, n'ont pu être utilisés.

2.3.2. Occupation des terres, principaux systèmes de production

a) Occupation des terres

La zone d'étude est une zone densément peuplée. La plupart des villages et villes sont localisés sur le long du fleuve Sénégal. Les cultures colonisent de façon linéaire le bassin du fleuve Sénégal et le long du chemin de fer Dakar-Niger. La disparité de pression humaine est nette au niveau des différentes communes. En effet pour les communes d'Ambidedi et Samé, les surfaces cultivées représentent entre 20 et 30 % des terres potentielles contre 50% pour les communes de Kayes, Lontou, Logo et Bafoulabé.

D'une manière générale et dans des conditions normales, l'occupation agricole des terres suit une logique naturelle qui veut que les cultures soient installées sur les meilleurs sols dans les meilleurs sites. Ceci explique que dans les cercles de Kayes et de Bafoulabé, les cultures sont de préférence concentrées sur les plaines limono argileuses du fleuve Sénégal et les vallées étroites intérieures. De ce fait elles sont absentes des reliefs et des zones indurées. Il est à remarquer que les cultures pluviales qui jadis étaient assez éloignées du fleuve et des habitations, occupent aujourd'hui les plaines alluviales longeant le fleuve et les autres cours d'eau, les bourrelets des berges et les environs immédiats des habitations. Cela semble une conséquence logique des sécheresses récurrentes qui ont poussé les agriculteurs à la recherche de zones plus humides.

A l'interprétation de l'imagerie SPOT1 de 1987-1988 (PIRL), il est apparu plusieurs types d'occupation agricole des terres que l'on peut appeler « paysages culturels ou agricoles ». Les différences entre ces divers paysages portent sur le type de support pédologique, la répartition spatiale des champs, l'intensité de mise en culture, le type de parcellaire, les façons culturales.

Les paysages agricoles des dépôts alluviaux du Sénégal

Ils sont situés sur les alluvions récentes du Sénégal sur des sols profonds dont les principales contraintes sont les possibilités de drainage et les risques d'hydromorphie. Nous trouvons essentiellement ici les systèmes culturels associés. Il s'agit généralement de cultures vivrières traditionnelles avec conservation des arbres utiles et plantation de fruitiers. Les variétés cultivées sont essentiellement du Maïs, du Sorgho localement on peut aussi trouver du Mil, du Riz et du maraîchage. Dans la très grande majorité des cas une arboriculture fruitière est associée à la culture céréalière avec des espèces préservées lors des défrichements comme *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Pourpartia birria*, *Khaya senegalensis*, *Acacia albida*, *Acacia nilotica*, *Sterculia setigera*, etc. ; ou bien avec des espèces plantées comme le *Manguifera indica* (Manguier), *Oranger*, *Psidium guajava* (Goyavier), *Annona cherimola* (Annona), etc.

Il existe quelques réserves de terres compatibles avec ce système culturel, le long du fleuve Sénégal et sur certaines plaines du Kolimbiné.

Les paysages agricoles associés aux zones hydro morphes

Ils se rencontrent sur des basses plaines affectées par une hydromorphie forte et soumise à des phases d'inondation et de dessiccation variables. La seule culture possible dans un tel milieu reste la riziculture avec ou sans aménagement hydraulique. Cette culture est très dépendante de la saison des pluies aussi les surfaces cultivées d'une année sur l'autre sont-elles variables. D'autre part ces zones présentent un intérêt certain pour l'élevage et servent très souvent de pâture en fin d'inondation. Ainsi dans les cercles de Kayes et de Bafoulabé, ces types de cultures et leurs jachères associées ont été réalisées à environ 30%.

Les paysages agricoles associés aux vallées étroites

On les trouve de manière sporadique le long de certaines vallées étroites bien souvent en liaison avec une assez forte occupation humaine aux alentours. Les principales contraintes de ce milieu sont : une topographie irrégulière, un drainage déficient et des surfaces utiles réduites. Malgré tout, cela reste un milieu favorable aux cultures et l'on y trouve un peu tous les systèmes d'occupations agricoles, depuis l'arboriculture fruitière (manguiers) jusqu'au maraîchage (oignons, tomates).

Généralement ce type de milieu de par sa disponibilité en eau, permet la réalisation des cultures plus exigeantes (maïs, maraîchage) que les cultures plus traditionnelles (mil, sorgho).

Les paysages agricoles des glacis d'épandages

Ces unités de loin les plus représentées sont constituées par deux grands systèmes culturaux qui diffèrent essentiellement par la localisation topographique et par l'intensité de mise en culture. Les espèces cultivées, les mêmes dans les deux cas, sont presque toujours le Mil et le Sorgho. Les cultures sont seches avec arbres utiles. Sur la base de l'intensité de mise en culture nous distinguons :

- Les cultures permanentes : Le terroir est occupé en permanence et mis en culture sur au moins 80 % de sa surface. Ce type se retrouve presque exclusivement sur les glacis aval, tout autour des villages. Les jachères sont généralement brèves et le parcellaire est diffus ;
- Les cultures itinérantes ou semi permanentes : Le terroir est occupé de manière partielle avec une rotation spatio-temporelle des cultures. Ce type est situé sur les glacis amont et éloigné des villages. Les jachères sont longues et le parcellaire bien perceptible.

Les zones humides, les forêts classées et les zones cynégétiques

Cette occupation des terres est marquée par de multiples zones humides, des forêts classées et des zones cynégétiques.

Les zones humides sont composées de mares, de marigots, de fleuves et de lacs constituant ainsi des bassins de réception des suppléments des eaux de ruissellement. De ce fait, elles jouent un rôle important dans le processus de lutte contre l'érosion et la dégradation des sols. Leur conservation est indispensable pour améliorer et renforcer ce processus.

Les forêts classées et les zones d'intérêt cynégétique sont des sanctuaires de végétation qui jouent particulièrement un rôle de protection et de restauration des sols et des cours d'eau contre les aléas dont l'érosion sous toutes ses formes. La plupart des zones d'intérêt cynégétique (162 782 ha) sont de classement récent. Les forêts classées (87 117 ha) sont toutes de classement ancien. Exceptée la forêt de Falemé, elles font toutes l'objet d'un entretien (pare feu partiel) à l'aide du Fonds Forestier National et de travaux de restauration grâce à l'intervention de la G.T.Z, du P.A.M et des populations locales. Cependant, d'une manière générale, le Domaine Classé connaît une dégradation progressive du fait de l'implantation de champs de culture, du surpâturage des feux de brousse et du braconnage.

Tableau 3 : Liste des forêts classées des cercles de Kayes et Bafoulabé

Désignation	Cercle	Superficie (ha)	Texte de classement et date	Etat de protection
Dioubéba	Bafoulabé	20 000	Art. N° 884 du 17-02-1960	Faible
Fangala	Bafoulabé	28 000	Art. N° 662 du 10-07-1947	Faible
S/TOTAL		48 000		
Falemé	Kayes	7 200	Art. N° 3148 du 31-01-1948	Faible
Bagouko		17 250	Art. N° 2366 du 20	Faible
Dinguira		7 950	Art. N° 3963 du 05	Faible
Dag-dag		6 090	Art. N° 634 du 23	Occupation en cours
Paparah		627		Occupation en cours
S/TOTAL		39 117		
TOTAL		87 117		

Sources: DRCN KAYES 2007

Tableau 4 : Liste des réserves de faune et des zones d'intérêt cynégétique des cercles de Kayes et Bafoulabé

Désignation	Localisation	Superficie (en ha)	Texte de classement et date
Parc National du Kouroufing	Bafoulabé	55 770	Loi N°02-003/PRM du 16/01/2002
Sanctuaire des chimpanzés	Bafoulabé	67 200	Décret N°02-199/PRM du 22/04/2002
Zone d'intérêt cynégétique de Tomota-kourou	Kayes	38 312	Dossier de création constitué ; arrêté en cours
Range de repeuplement de la Falémé	Kayes	(1 500)	En projet
TOTAL		162 782	

Sources : DRCN KAYES 2007

b) Les systèmes de production

La vie économique de la région est dominée par les activités agro – sylvo - pastorales qui occupent plus de 80% de la population (Cellule Nationale OMVS, 2002). L'agriculture occupe une position dominante. Trois systèmes de production ont été identifiés dans la région de Kayes (CRRRA-ESPGRN/Kayes, 2002). Il s'agit des systèmes de production : (i) Sylvo-Pastorale essentiellement localisé dans les cercles de Kita, Bafoulabé et Diéma. Il concerne les forêts classées, les parcs, les réserves de faune et les parcours qui les sont associés ; (ii) Agro-Pastorale ; et (iii) Agricole.

Le système de production dominant de la zone d'étude est l'agro-pastorale. Le système de production agricole se rencontre dans la zone d'étude à travers la sous zone de recasement de Manantali. A ces systèmes de production, il faut ajouter la pêche qui est pratiquée dans tout le fleuve Sénégal, dans ses affluents et dans toutes les autres zones humides.

c) Les activités socio – économiques liées aux systèmes de production

L'agriculture :

Dans la zone d'étude, l'agriculture est dominée par les cultures vivrières, les cultures de rente et le maraîchage.

Les cultures vivrières portent sur les céréales traditionnelles : mil, sorgho, maïs, fonio et dans une moindre mesure le riz de bas-fond. La production de sorgho est dominante.

Les cultures de rente principalement l'arachide est pratiquée dans l'ensemble de la zone.

Les cultures maraîchères se pratiquent généralement au niveau des périmètres irrigués installés le long du fleuve Sénégal de Bafoulabé à Kayes. Grâce aux actions conjuguées des émigrés maliens, de plusieurs organismes bilatéraux et multilatéraux et des ONG, beaucoup de périmètres irrigués et/ou maraîchers sont installés au long du fleuve Sénégal de Manantali à Diboli.

L'Elevage :

Les cheptels bovins et ovins/caprins de la région de Kayes restent parmi les plus importants au Mali. Le cercle de Kayes possède les effectifs les plus élevés de bovins (22,9% des effectifs de la région). L'élevage dans la zone d'étude est essentiellement extensif avec l'émergence d'un système intensif notamment dans les zones périurbaines. Le surpâturage et la divagation des animaux constituent également des caractéristiques importantes de ce

système d'élevage avec des corollaires de conflit avec les autres producteurs, de dégâts sur les infrastructures agricoles et de dégradation de l'environnement.

Productions forestières et halieutiques :

La zone d'étude comporte et/ou est sous l'influence de forêts classées, de réserves de faune, de parcs nationaux et d'aires protégées. Ces zones forestières font l'objet de pressions importantes en matière d'exploitation forestière, de chasse et surtout de braconnage.

La pêche :

Elle est pratiquée depuis de très longue date dans les différents cours d'eau. Une bonne partie de la prise provient du barrage de Manantali (lac de retenue). Cette production est estimée à 3000 T/ha. Il a été inventorié 38 espèces de poissons, 26 campements de pêcheurs, 200 à 300 pirogues non motorisées et 400 pêcheurs et familles pour une population totale de 1600 habitants.

3. LA PROBLEMATIQUE DE L'EROSION DES BERGES ET DE LA DEGRADATION DES SOLS

On entend par érosion «les changements de la superficie de l'écorce terrestre qui apparaissent comme le résultat de l'action de la pluie, des vents, de la neige, des différences de températures, des eaux d'écoulement, ou à la suite de causes anthropiques. Ces changements sont toujours liés au processus de décapage (enlèvement de la couche superficielle), de transport et de dépôt des particules de terre » (Dr MAIGA 1981).

3.1. LES PRINCIPALES FORMES D'EROSIONS

Depuis une trentaine d'années une dégradation constante des berges du fleuve Sénégal et des écosystèmes qui les sont liés est observée. Les facteurs responsables de cette situation sont nombreux et ne font pas le plus souvent l'unanimité entre les différentes catégories d'observateurs (populations, techniciens, producteurs, etc.). Les formes d'érosions et les types de dégradations qui les sont liées sont aussi multiples et variés. En se référant aux agents actifs, il existe dans la zone d'étude deux types d'érosions avec des formes diverses. Il s'agit de l'érosion hydrique et de l'érosion éolienne.

3.1.1. L'Erosion hydrique

Il s'agit de l'érosion par l'eau qui est le principal type d'érosion de la zone d'étude où les formes les plus caractéristiques sont l'érosion pluviale et l'érosion des berges. L'érosion pluviale est l'érosion due à l'action des gouttes de pluies sur leurs points d'impact (érosion splash) et celle due aux eaux d'écoulement (ruissellement diffus ou érosion en nappe).

a) L'érosion splash

Douées d'une grande énergie cinétique, les gouttes de pluie exercent à leur point d'impact, un effet mécanique sur les agrégats préalablement humectés. Elles détachent des particules fines de la surface des agrégats et les entraînent en suspension. Dans la zone d'étude, l'érosion splash se manifeste sous forme de mosaïques de griffes assez longues et profondes difficiles à traiter.

b) Ruissellement diffus ou érosion en nappe

Dans l'érosion en nappe, le ruissellement est le tapis roulant qui évacue les particules dissociées par l'énergie cinétique de la pluie. En zone tropicale, particulièrement dans la zone d'étude, un des caractères des précipitations est leur répartition à court terme pendant la saison des pluies. Le sol n'a pas le temps de ressuyer entre deux averses. Les dernières pluies quelques soient leurs caractéristiques (intensité, quantité, durée, etc.) ruissellent plus qu'elles ne s'infiltrent. Avec une grande fréquence de pluies, certaines, bien que moins abondantes et moins intenses que d'autres, provoquent des ruissellements et des érosions plus élevés. Combinés avec les effets de l'érosion splash, ces eaux de ruissellement décapent les couches superficielles et fertiles des sols, se chargent des particules fines détachées par l'érosion splash et d'autres sédiments pour les acheminer dans le fleuve. Le battement du sol par l'eau de pluie provoque une obstruction, une saturation momentanée de la porosité en surface et de ce fait, une augmentation de la hauteur d'eau de ruissellement. L'érosion en nappe présente plusieurs faciès que sont :

- Erosion en filets. Dans la zone d'étude, l'érosion en nappe commence par la formation de sillons. Ce phénomène est perceptible en plusieurs endroits le long de la route Kayes-frontière du Sénégal, sur les talus et les déblais ;
- Erosion en rigoles : Les filets s'agrandissent au fil des années pour prendre la forme de rigoles ;
- Erosion en ravins : les rigoles s'agrandissent et convergent pour constituer à long terme des ravins. La constitution des ravins intervient par la disparition progressive des griffes (érosion splash) et aussi par l'effondrement d'éboulis de terre au niveau des talus de ces ravins surtout s'ils deviennent profonds. Notons que l'érosion en nappe sous sa forme de ravinement est très marquée aux points de confluence des ravins avec le fleuve. En effet, les ravins s'élargissent de manière inquiétante à ces niveaux. Cela semble être dû au rapport étroit et à la grande influence entre les trois formes d'érosion hydrique citées plus haut et l'érosion des berges.

c) L'érosion des berges

C'est l'érosion au niveau des cours d'eau qui se manifeste par un élargissement de leur lit par décapage des berges. Dans la plupart des sites, cette érosion est marquée par des éboulements des talus (murs) des berges surtout lorsque ces murs sont en pentes raides et verticales. En effet, les vagues et/ou les tourbillons d'eau qui tapent les murs humectés des berges y détachent des éboulis de terre qui tombent dans le lit du fleuve. L'érosion des berges se manifeste également au niveau des grands ravins.

3.1.2. Erosion éolienne

Elle est due à l'action du vent (agent actif) sur un agent passif (les sols). Elle est déterminée par la vitesse et la hauteur du vent, les caractéristiques du sol, les différentes mesures antiérosives existantes et leurs caractéristiques. Dans la zone d'étude, l'érosion éolienne intervient en saison sèche au moment où le sol n'est plus humecté d'eau. Notons que les effets de l'érosion éolienne ne sont pas très remarquables dans les sites visités. Cependant, au regard du rythme de dégradation des ressources naturelles notamment la couverture végétale

des sols, cette forme d'érosion pourrait prendre de l'ampleur dans la mesure où l'eau et le vent peuvent combiner leurs actions pour donner naissance à une forme d'érosion beaucoup plus abrasive.

3.1.3. L'érosion accélérée

L'action de l'homme combinée avec celle des autres agents actifs de l'érosion (eau et vent) crée l'érosion accélérée. Dans ce type d'érosion, l'action de l'homme est prédominante. En effet, les berges du fleuve Sénégal constituent des zones densément peuplées. Les actions abusives et anarchiques des populations (défrichement, exploitation intensive des ressources forestières et pastorales, surpâturage, multitudes des accès au fleuve, maraîchage, etc.) ont beaucoup contribué à l'intensification et à l'accélération de l'érosion des berges et à la dégradation des sols dans la zone.

3.2. LES CAUSES ET LES CONSEQUENCES DE L'EROSION DES BERGES ET DE LA DEGRADATION DES SOLS

A travers le diagnostic des sites, les principaux facteurs responsables de l'érosion et de la dégradation des berges ont été déterminés et leurs effets appréciés. L'érosion du sol par les eaux de pluies et par le vent dans la zone d'étude est due et/ou conditionnée à l'action de plusieurs facteurs qui sont d'ordre naturel (climat, topographie, facteurs édaphiques, etc.) et anthropique.

3.2.1. Les facteurs naturels

a) Les effets climatiques

Les périodes successives de sécheresse ont été le plus souvent citées par les populations rencontrées, comme facteur conditionnant l'érosion. En effet, les périodes séquentielles et récurrentes de sécheresse (1973-1974 ; 1983-1984, etc.) ont entraîné la mortalité de nombreux espèces d'arbres existantes sur la berge et dans «l'arrière terroir».

La diminution du couvert végétal ligneux et herbacé ou même sa disparition a occasionné en certains endroits la dénudation et la fragilisation du sol, exposant ce dernier à l'érosion hydrique et éolienne. Ainsi, Le ruissellement de l'eau des pluies s'accroît à la faveur d'un relief en pente forte et d'un couvert végétal faible ou presque nul.

L'eau en mouvement augmente de charge (limon, sable, argile, éléments minéraux) au fur et à mesure que sa vitesse s'accroît, emportant ainsi avec elle la couche fertile du sol. Il s'effectue plus loin en aval, un dépôt de sédiments dans les dépressions (mares) qui à terme se comblent et ne parviennent plus à retenir suffisamment d'eau. Il en résulte un écoulement de l'eau vers la berge, durant ce parcours, ils se forment des rigoles et/ou griffes et des ravins dont l'évolution entraîne des formes de dégradation décrites ci-dessus. Dans le lit du fleuve, le dépôt de cette charge a entraîné par ailleurs la formation d'îlots sur lesquels la population a migré pour faire du maraîchage après la dégradation des terrasses ou même d'y habiter.

b) Les facteurs édaphiques

L'expérience a montré que tous les sols n'ont pas la même résistance à l'érosion. Cette résistance dépend essentiellement de la stabilité structurale, de la perméabilité et de la vitesse de pédogenèse. Mais ces caractères ne sont pas les mêmes suivant que le sol est nu ou couvert de végétation, suivant qu'il est travaillé ou laissé au repos.

Les sols les plus stables sont les sols riches en humus et en rendzines. Les plus instables sont les sols argileux, les marnes et les sols salins (GOUJON 1968). Dans la zone d'étude, les sols sont argileux et assez pauvres en humus. Ils sont alors parmi les sols instables.

Les travaux réalisés en 1965 au centre de pédologie de Tunis, ont montré que la sensibilité d'un sol à l'érosion est liée à plusieurs caractéristiques dont les pourcentages de cailloux en surface, de matières organiques et d'humidité. Selon les mêmes travaux, les sols à horizon superficiels graveleux sont les moins sensibles. Tel n'est pas le cas dans la zone d'étude où les sols sont dépourvus de cailloux et de gravillons au niveau de tous les horizons, ce qui les rend très sensibles à l'érosion.

La perméabilité d'un sol est la capacité d'infiltration pour l'eau. Dans la zone d'étude, les sols sont par endroit poreux. Mais du fait de son caractère argileux et de la formation de croûtes notamment dans les glacis de dénudation, cette perméabilité apparente ne constitue plus un facteur favorable à la lutte contre l'érosion, surtout que ces dernières années, les pluies sont suffisantes pour produire le ruissellement.

La vitesse de pédogenèse est aussi un élément de la résistance du sol à l'érosion. Elle permet de déterminer un seuil admissible au-delà duquel, il est nécessaire d'appliquer des traitements antiérosifs. Cette vitesse est beaucoup moins rapide en Afrique notamment dans la zone d'étude où les jachères ne dépassent guères 2 à 4 ans, contre 5 à 10 ans nécessaires pour qu'un sol se reconstitue surtout avec les systèmes agraires à défriche sur brûlis pratiqués dans la zone d'étude.

En conclusion, les sols de la zone d'étude présentent des conditions édaphiques très favorables au développement de l'érosion des sols sur toutes ses formes. Ces sols ont une structure instable avec une perméabilité limitée. La vitesse de pédogenèse est beaucoup moins rapide sous l'influence de temps de jachères trop court.

c) La pente et la végétation

La pente intervient dans le phénomène de l'érosion par son intensité (inclinaison) et sa longueur. Plus la pente est longue, plus le ruissellement s'accumule, prend de la vitesse et de l'énergie et plus l'érosion s'intensifie. Notons que l'influence de l'intensité et de la longueur de la pente sur l'érosion et le ruissellement varient en fonction de la forme de la pente et en particulier avec la végétation qui couvre le sol.

Tant que la couverture végétale est continue et dense, qu'il s'agisse de forêt dense, de savane, de prairie ou de fourrée, l'érosion est sérieusement réduite malgré l'agressivité de la pluie, l'instabilité structurale du sol et les mauvaises caractéristiques de la pente. La végétation protège le sol à travers :

- Les racines qui maintiennent le sol en place et accroissent la cohésion de l'horizon humifère. Elles augmentent la porosité, améliorent la capacité d'infiltration. Le ruissellement se trouve ainsi diminué ;
- La végétation apporte au sol de la matière organique. L'humus ainsi produit améliore considérablement la structure du sol et sa cohésion. Il accroît la vitesse de pédogenèse et accélère le recouvrement du sol ;
- La présence de la couverture végétale du sol empêche la pluie de tomber directement sur le sol et diminue par conséquent l'effet splash. Les pieds des végétaux contrôlent la vitesse de ruissellement.

Dans la zone d'étude, les pentes s'inclinent, généralement sur de petites variations, sur de longues distances, des plateaux vers le fleuve. Parfois les directions de la pente changent suivant la présence de dépressions et/ou de mares. La couverture végétale est discontinue. Par ailleurs, le caractère annuel du tapis herbacé constitue une grande contrainte à la lutte contre l'érosion. Concernant la pente et la végétation, les conditions dans la zone d'étude sont donc favorables au développement de l'érosion et de la dégradation des sols si des dispositions adéquates ne sont pas prises.

3.2.2. Les facteurs anthropiques

Les facteurs anthropiques qui conditionnent l'érosion dans la zone d'étude sont entre autres : le déboisement, les pratiques agricoles, l'élevage extensif, l'exploitation des carrières de sable, de graviers et/ou de banco, éventuellement les lâchers d'eau du barrage de Manantali.

a) Les Systèmes de production

• Effets du système des cultures pluviales

Les cultures sèches sont conduites généralement sur les plateaux selon un système de culture de type extensif, c'est à dire sans apport de fumure organique, sans assolement/rotation, le non respect des techniques de préparation du sol (labour dans le sens de la pente, matériel inadapté), sans utilisation de variétés améliorées, faible restauration de la fertilité des sols (la mise en jachère est rare). Un appauvrissement des terres de culture conduit les paysans à leur abandon et engendre un cycle de défrichement au détriment d'une végétation déjà amoindrie par les effets de la sécheresse, les feux de brousse, la mutilation des ligneux fourragers ou la coupe de bois (charbon, énergie, service, etc.).

Cette situation a créé des conditions très favorables au ruissellement et à l'érosion. Ainsi démarre le processus de dégradation des sols. Le ruissellement et l'érosion évoluent d'abord sous forme de nappe, puis de rigoles et/ou griffes avant d'atteindre la phase ultime des ravines.

Ces cultures pluviales jadis plus loin du fleuve et habitations, sont aujourd'hui concentrées dans les plaines alluviales liées aux cours d'eau et à proximité des habitations. Cette situation conduit à la destruction des reliques de végétation qui protègent ces cours d'eau et leurs berges contre l'érosion.

- **Effets du système maraîcher dans le processus de dégradation**

Le diagnostic a mis en évidence que les pratiques de maraîchage prises isolément jouent un rôle peu important dans le processus de dégradation des berges. En effet les parcelles de maraîchage sont le plus souvent clôturées soit par une haie morte ou vivante. Quelque que soit le type, le dispositif contribue à la fixation des sols. Aussi les nombreuses plantations de manguiers, de bananeraies ou d'agrumes existant le long des berges interviennent efficacement dans la stabilité des sols.

Cependant, il faut reconnaître que le non respect par les maraîchers des normes réglementaires en matière de servitude des cours d'eau (25 m de part et d'autre) lors de l'exploitation des parcelles, est un facteur d'intensification de l'érosion des berges à travers le décapage des berges qui sont de plus en plus dépourvues de végétation, l'intensification des rigoles et des ravins à travers certains modes d'approvisionnement en eau, le comblement des cours d'eau par les terres de labour. Par ailleurs, les activités de maraîchage multiplient et intensifient les pistes et les zones d'accès au fleuve, chaque accès constituant un début de rigole et/ou de ravin.

- **Effets des pratiques pastorales**

L'abreuvement des animaux au fleuve, dans certains terroirs entraîne un piétinement du sol qui le rend vulnérable et l'expose à l'érosion. En effet ce piétinement quotidien et permanent favorise l'apparition de rigoles et de ravins car il est toujours associé à des interventions de l'homme sous forme de pistes d'accès et d'aménagements inadéquats.

- **Effet de la pêche, du transport et des activités domestiques**

La pêche à travers la présence d'une pirogue induit des activités intenses d'accès et de traversées du fleuve en des endroits précis (quais) de plus en plus nombreux et non aménagés. Ces quais sont toujours utilisés par les populations pour des activités domestiques. Cette intense activité, de même que l'abreuvement des animaux et le maraîchage, favorise l'apparition des ravins, l'eau de ruissellement et les battements des talus des berges se chargeant d'achever l'installation de l'érosion.

b) La gestion des ressources naturelles et autres activités

- **L'exploitation des carrières /emprunts de banco et de sable**

C'est une pratique très courante exécutée par les populations au niveau des berges pour la confection des briques en banco. Les trous réalisés ont favorisé l'écoulement de l'eau vers les ravines. Cet écoulement a contribué à l'élargissement des rigoles et des ravines. Par ailleurs, ces emprunts constituent des facteurs d'insalubrité dans les villages causant ainsi un problème important d'hygiène et d'assainissement qui doit être géré.

Le sable extrait du lit du fleuve est transporté et déposé sur la terrasse, les voies d'accès sont créées pour permettre aux véhicules de les enlever. Ces voies d'accès constituent des brèches pour l'installation et l'intensification du ruissellement et de l'érosion.

- **Les lâchers d'eau du barrage de Manantali**

Selon les populations, la dégradation des berges s'est accentuée depuis la mise en eau du barrage de Manantali. Le barrage a modifié le régime des crues et des décrues du fleuve Sénégal. La gestion de la retenue de Manantali permet de maintenir un niveau d'eau dans le fleuve pendant toute l'année qu'il ne connaissait pas avant pendant la décrue. Les lâchers d'eau, sous l'action des vents engendrent des vagues successives dont le choc sur les flancs des berges provoque le décapage et/ou la cassure de leurs talus généralement raides et à pentes abruptes. Des mottes et/ou éboulis de terre se détachent et tombent. Les arbres sur les berges sont déracinés et tombent dans l'eau.

On constate des pertes énormes de terre et de végétation, mais aussi un élargissement du lit du fleuve entraînant le déplacement des habitations de leur site d'origine et des infrastructures (écoles, mosquée, etc.). Les terrasses dans le lit du fleuve ont par endroits immergés conduisant à des pertes de terres pour les activités de maraîchage.

- **La pollution de l'eau du fleuve et l'apparition de plantes aquatiques envahissantes**

Selon les populations, un autre phénomène est apparu avec les lâchers d'eau du barrage, il s'agit de l'apparition de plantes envahissantes qui colonisent progressivement les berges et le lit du fleuve. Ces plantes envahissantes sont rencontrées à Maloum, à Denguirai, à Diakanapé, etc. Ainsi, il apparaît que par endroits, ces plantes ont rendu l'accès des animaux et des hommes difficile voire impossible. Certaines sont très agressives, c'est à dire qu'elles ont la capacité d'éliminer les adventices déjà existantes, réputées fixatrices des berges. La présence des plantes envahissantes constitue aussi un handicap important pour les activités de pêche et de navigation (difficultés pour poser les filets, difficultés d'accès aux poissons qui y trouvent des refuges, gênes dans la circulation par pirogue sur le fleuve, etc.).

3.3. LES FORMES DE DEGRADATIONS LIEES À L'EROSION

3.3.1. Critères d'identification des formes de dégradation des berges

Les critères d'identification des formes de dégradation des berges ont été empruntés à « Etude sur les possibilités de protection et de restauration et des berges dans la région de Kayes » réalisée en 2005 par une équipe régionale constituée du Centre Régional de Recherche Agronomique de Kayes (CRRA), de la Direction Régionale du Génie Rural (DRGR) et de la Direction Régionale de la Conservation de la Nature (DRCN) en collaboration avec le Groupe de Recherche et de Réalisations pour le Développement Rural (GRDR). Les critères permettant l'identification des différentes formes de dégradation des berges sont :

- L'état de recouvrement de la végétation au niveau des berges ;
- La structure de la végétation ligneuse et herbacée ;
- La nature du sol (structure, texture) ;
- Les types d'érosion et étendue ;
- La présence d'activités agricoles (types) ;
- La présence d'activités extra agricoles (carrières et emprunts d'exploitation de sable, gravier, de banco).

3.3.2. Les formes de dégradations

Compte tenu de la complexité de la dynamique de l'érosion dans la zone d'étude, il est difficile de faire une classification des formes de dégradations par type d'érosion. L'érosion splash et l'érosion en nappe sous toutes ses formes, sont inséparables, la première étant à l'origine de la seconde. L'érosion des berges est toujours renforcée dans ses impacts négatifs par la combinaison de l'érosion splash et de l'érosion en nappe. Plusieurs formes de dégradations peuvent être rencontrées au niveau du même site. Dans tous les cas, l'essentiel des dégradations dans la zone d'étude est le fait de l'érosion hydrique.

Les formes de dégradation identifiées sont:

- La dégradation verticale ;
- La dégradation en ravines ;
- La dégradation en cascades et ravines ;
- La dégradation sur pente faible ;
- La sédimentation/comblement ;
- L'élargissement du lit du fleuve et des autres cours d'eau.

a) La dégradation verticale

La forme de dégradation verticale présente les caractéristiques suivantes, la pente est raide et abrupte, elle est provoquée par les effets combinés des battements des eaux sur le talus des berges, sous l'action des vents et du ruissellement, on note la présence de nombreuses ravines, de rigoles et/ou de filets/fissures sur ces talus. Il y a très peu d'activités humaines sur les berges compte tenu du caractère raide et abrupt de sa pente. Des éboulements de terres sont les principales formes d'accélération une fois les berges humectées. La dégradation verticale est essentiellement due à l'érosion des berges. Elle est présente aussi bien au niveau des berges du fleuve qu'au niveau des grands ravins. Les sites les plus concernés sont : Diakanapé, Ambidedi au niveau du quai, Samé Wolof, Dar Salam plantation, Tambonkané, Moussala, Diakalel, Saboussiré, Denkiraï et Bafoulabé.

Photo 1 : Forme de Dégradation Verticale (site de Gaïma)



b) La dégradation en ravines

La forme de dégradation en ravines présente les caractéristiques suivantes : la pente est forte mais peu raide, on constate l'existence de nombreuses ravines et très souvent l'absence de végétation sur la berge. Elle est généralement liée aux ravins qui viennent se jeter dans le fleuve et aux accès qui sont à l'origine des ravins. Cette forme de dégradation a été localisée dans plusieurs sites comme six communes et six villages repartis comme Samé plantation, Samé Wolof, Dar Salam plantation, Diakanapé, Saboussiré, Kakoulou, Denguirai et Bafoulabé. Elle est également perceptible le long de la route internationale Kayes – Diboli.

Photo 2 : Forme de Dégradation en ravines (site de Samé Wolof)



c) La dégradation en cascades et ravines

La forme de dégradation en cascades et ravines est une combinaison des dégradations verticales et en ravines. Elle présente les caractéristiques suivantes : la pente est modérée ou diffuse, la végétation a une très faible densité, on note la présence de rigoles et de ravines, les activités de maraîchage existent sur les terrasses. Cette forme de dégradation a été localisée dans des sites comme Bangassi, Somankidy village, Somakidy coura, Samé plantation, Darsalam Samé.

Photo 3 : Forme de dégradation en cascades et ravines (Kégnou Koto-Galadio)



d) La forme de dégradation sur pente faible

La forme de dégradation sur pente faible présente les caractéristiques suivantes : la pente est très faible, quasiment inexistante. Les activités de maraîchage sont très développées dans le lit majeur du fleuve. Cette forme de dégradation a été localisée dans tous les villages qui ont des emprunts de banco hors du lit majeur du fleuve et au bord des mares et lacs. On peut citer Maloum.

Photo 4 : Forme de dégradation sur pente faible (Dar Salam Plantation, Tambokané)



e) La sédimentation/comblement

La sédimentation et le comblement du fleuve sont les conséquences logiques d'apports de terres arrachées sur les berges et aussi acheminées à travers les ravins. Ils sont perceptibles par les îlots qui se forment dans le fleuve et la réduction des parties les plus profondes. La sédimentation et le comblement interviennent aussi au niveau des mares, des marigots et des lacs qui de plus en plus ne peuvent pas jouer leur rôle de réceptacles des surplus des eaux de ruissellement.

f) L'élargissement du lit du fleuve et des autres cours d'eau

L'élargissement du fleuve est perceptible dans tous les sites. A Diakanapé, les populations estiment cet élargissement à 15 m pendant les 10 dernières années. Il est le fait de tous les types d'érosions et toutes les formes de dégradation.

Le comblement, la formation d'îlots et l'élargissement sont des formes de pollutions qui s'accompagnent de l'apparition de plantes aquatiques envahissantes qui ont été évoquées plus haut.

3.4. LA CARACTERISATION DES SITES RETENUS

La description des sites a été approchée à travers l'occupation des sols et l'utilisation actuelle des terres. Autrement dit la connaissance de la répartition des ressources eaux, sols, végétation dans chaque site (terroir) et leurs utilisations en rapport avec les phénomènes de

ruissellement et de l'érosion. Pour mieux apprécier les terroirs, les profils de certains sous forme de transepts ont été réalisés.

Le fonctionnement des systèmes de production dans chaque terroir a été étudié à travers leurs composantes : systèmes de culture, d'élevage et d'exploitation des ressources naturelles. Ceci a permis d'identifier au niveau de chaque composante les facteurs responsables de la dégradation des berges ou susceptibles de la favoriser. Les effets combinés des différents facteurs ont été mis en évidence et leur incidence respective a été évaluée.

Un zonage a été réalisé dans chaque site, il a permis de localiser les différentes ressources du terroir, d'apprécier leur état, de connaître l'utilisation actuelle des terres, de déterminer les éléments du relief favorisant le ruissellement et l'érosion des berges. Ainsi, la description de chaque site a lieu suivant trois zones. Il s'agit de la zone « d'habitation », de la zone « berges et lit du fleuve » et, de la zone « du terroir ». Nous comprenons par « zone du terroir », le reste du terroir en dehors des zones d'habitation, des berges et du lit du fleuve.

3.4.1. Le site d'Ambidedi

a) Le terroir

Le terroir est marqué par les plateaux des monts Mandingues au sud dans les quels prennent naissance deux ravins qui s'écoulent en arrachant beaucoup de terres et d'autres sédiments qu'ils déversent dans le fleuve. La route nationale, parallèlement au fleuve et à la chaîne de montagnes traverse le terroir en deux parties distinctes. Elle constitue une barrière infranchissable pour les eaux de ruissellement qui convergent alors vers les ravins. Ce mouvement des eaux a engendré une érosion intense en filets et/ou en rigoles sur les talus, les déblais et les bourrelets des abords de la route pratiquement sur tout son long.

Le terroir abrite trois agglomérations ou villages que sont les deux Ambidédi et Diani. Il est caractérisé par des dépressions occupées par un peuplement à dominance *Acacia spp* (*seyal*, *nilotica*, *senegal*, *albida*, *sieberiana*, etc.) mélangé avec des espèces comme *Pourpartia birrea*, *le Bombax costatum*, *le Balanites Aeugyptiaca*, *le Zizyphus spp*, *le Bauhinia spp*, *le Combretum spp*, *le Ficus spp*, *le Calotropis procera*, *le Tamarindus indica*, *le Guiera senegalensis*. Les espèces herbacées et graminéennes généralement annuelles sont par endroit abondantes. Celles rencontrées sont entre autres : *Andropogon spp*, *Dihetroprogon emplectens*, *Ludessia togoensis*, *Cassia occidentalea et tora*, *Leptadenia astata*, *Chancrus biflorus*, *Imperata cylindrica*.

En plus de ces peuplements forestiers, le terroir comporte des zones de glacis de dénudation qui sont des zones d'intensification de l'érosion en nappe notamment si elles sont en rapport avec des ravins, ou dans l'emprise de la route internationale.

La forme d'érosion dominante est l'érosion en nappe sous forme d'érosion en filets, en rigoles et en ravins. Les endroits les plus concernés sont les emprises des ravins, la route nationale et les zones de glacis de dénudation.

Les techniques traditionnelles de lutte contre l'érosion des sols et des berges sont entre autres les zaï dans les champs de sorgho, les haies vives en *Jatropha curcas*, en *Lawsonia inermis* et en *Euphorbia balzamiphora*.

b) La zone d'Habitation

Ambidedi est le chef lieu de la commune rurale de Kéméné Tombo. C'est un village assez équipé, doté d'une gare ferroviaire, d'un quai actuellement non fonctionnel. Pour se mettre à l'abri des inondations, la plus grande partie du village a été amenée à se déplacer pour se réinstaller sur des sites plus sécurisés. Ce site est un glacis de dénudation sur plateau argileux séparé des berges par des dépressions. Le nouveau site ne présente pour le moment pas de signes d'érosion. Cependant, des problèmes liés à l'érosion sont à envisager à moyen terme car le site qui est localisé sur un glacis ne présente pas de réseau d'évacuation des eaux de pluies et des eaux usées et/ou de ruissellement.

c) La zone de la berge et du lit du fleuve

Les bourrelets des berges sont occupés par une bande forestière de 10 à 20 m, assez dense et riche en espèces végétales. Le sous-bois est très fourni en graminées généralement rampantes. Le caractère annuel de ces graminées semble limiter l'efficacité de ce sous-bois en matière de protection des berges. Les espèces rencontrées sont entre autres le *Bauhinia* spp (*reticulata*, *thoniendjii*, *rufescens*), *Balanites aegyptiaca*, *Borassus ethiopianum*, *Azadirachta indica*, *Zizyphus* spp, *Calotropis procera*, *Manguifera indica*, *Aeuphahan tebaïca*, *Acacia* spp (*seyal*, *nilotica*, *senegal*, *albida*, *sieberiana*, etc.) mélangé avec des espèces comme le *Pourpartia birrea*, le *Bombax costatum*, le *Combretum* spp, le *Ficus* spp, le *Calotropis procera*, le *Tamarindus indica*, le *Guiera senegalensis*, *Diospiros mespiliformis*, *Adanzonia digitata*, *Crateva religiosa*, *Maerua* spp Les espèces herbacées et graminéennes généralement annuelles sont très abondantes. Les principales espèces d'herbacées et de graminées sont entre autres : *Andropogon* spp, *Dihetroprogon empletens*, *Ludessia togoensis*, *Cacia occidentalea*, *Cassia tora*, *Leptadenia astata*, *Chancrus biflorus*, *Imperata cylindrica*, « sarafaté (en sarakolé) ou nioukou (en bambara), sounamé (en sarakoé), m'poro (en bambara) et beaucoup d'autres espèces non identifiées.

L'érosion des berges sur pente raide et verticale combinée avec une érosion en nappe sont les formes d'érosion les plus dominantes. Ainsi, au droit du village de Diani, existe une zone très dégradée d'environ 5 ha.

Dans le lit du fleuve et au pied des berges, une bande discontinue de terres comporte par endroit les jardins maraîchers et souvent des plages d'*Equinochloa stagnina* (bourgou). Des pieds isolés de vétiver (*Vetivera nigritana*) sont observables sur les talus des berges.

Photo 5 : Dégradation verticale combinée avec un accès au fleuve à Ambidedi



3.4.2. Le site de Moussala

a) Le terroir

Le terroir de Moussala présente les mêmes caractéristiques que celui d'Ambidedi en terme de paysage, d'espèces végétales, de présence de la route nationale Kayes – Diboli. Le terroir est traversé par un ravin.

b) La zone d'habitation

Le village de Moussala est très peu équipé. Pour se mettre à l'abri des inondations, une grande partie du village a été amené à se déplacer pour se réinstaller sur des sites plus sécurisés. Ce site est un glacis de dénudation sur plateau argileux séparé des berges par des dépressions. La partie du village qui est restée demeure sur les bourrelets des berges et exposée aux inondations.

c) La zone de la berge et du lit du fleuve

Les bourrelets des berges sont occupés par une galerie forestière très discontinue de 10 à 20 m de large. Les espèces rencontrées sont entre autres le *Bauhinia spp* (*reticulata*, *thoniendjii*, *rufecens*), *Balanites aegyptiaca*, *Borassus ethiopicum*, *Azadirachta indica*, *Zizyphus spp*, *Calotropis procera*, *Mangifera indica*, *Aeuphahan tebaïca*, *Acacia spp* (*seyal*, *nilotica*, *senegal*, *albida*, *sieberiana*, etc.) mélangé avec des espèces comme le *Pourpartia birrea*, le *Bombax costatum*, le *Combretum spp*, le *Ficus spp*, le *Calotropis procera*, le *Tamarindus indica*, le *Guiera senegalensis*, *Diospiros mespiliformis*, *Adanzonia digitata*, *Crateva religiosa*, *Maerua spp*. Les espèces herbacées et graminéennes généralement annuelles sont très abondantes. Les principales espèces d'herbacées et de graminées sont entre autres : *Andropogon spp*, *Dihetroprogon emplectens*, *Ludessia togoensis*, *Cacia occidentalea*, *Cassia tora*, *Leptadenia astata*, *Chancrus biflorus*, *Imperata cylindrica*, « sarafaté (en sarakolé) ou nioukou (en bambara), sounamé (en sarakoé), m'poro (en bambara) et beaucoup d'autres espèces non identifiées.

Des îlots sont dispersés dans le lit du fleuve attestant ainsi l'ampleur des terres et autres sédiments déversés dans ce cours d'eau. La bande discontinue de terres au pied des berges et dans le lit du fleuve n'est pas assez remarquable. Cela montre le caractère assez abrupt des pentes de berges.

L'érosion des berges sur pente raide et verticale combinée avec une érosion en nappe sont les formes d'érosion les plus dominantes. Ces formes d'érosion sont accentuées par de multiples accès au fleuve qui contribuent beaucoup à la constitution de ravins.

Comportent par endroit les jardins maraîchers et souvent des plages d'*Equinochloa stagnina* (bourgou). Des pieds isolés de vétiver (*Vetivera nigriflora*) sont observables sur les talus des berges.

3.4.3. Le site de Tambokané

a) Le terroir

Le terroir est traversé par un ravin qui prend ses sources dans les plateaux situés au sud. Il est essentiellement occupé par les champs de cultures pluviales (sorgho, mil, maïs, arachide,

etc.). Le parcellaire de ces champs a lieu avec essentiellement des haies vives en d'*Euphorbia balzamifera* (de *Jatropha curcas*, de *Lawsonia inermis*, d'*Acacia spp*, de *Bauhinia rufecens*, etc.) et des haies mortes sont aussi utilisées. La végétation naturelle qui est identique à celle de Moussala. Elle comporte : de *Balanites aegyptica*, *Zizyphus mauritiana*, *Combretum spp*, *Guiera senegalensis*.

b) La zone d'Habitation

La zone d'habitation est située sur les bourrelets des berges et est très exposée aux inondations. Cependant, selon les populations, le village fait rarement l'objet d'inondation. Une importante plantation d'*Azadirachta indica* le protège contre les vents violents et contre l'érosion.

c) La zone de la berge et du lit du fleuve

Les berges caractérisées par l'érosion verticale, avec un grand accès au fleuve sous forme de quai non aménagé. Les accès se dégradent au fil des années à cause des eaux de ruissellement, des effets de la crue et des activités intenses des populations.

La plantation d'*Azadirachta indica* (neem) occupe les bourrelets de la berge avec un sous-bois assez fourni. Les autres espèces sont, *Ficus spp*, *Borassus ethiopicum*, *Phoenix dactilifera*, *Balanites oegyptiaca*, *Cassia ciamea*, *Adanzonia digitata*, *Zizyphus spp*, *Acacia nilotica*, *Bauhinia reticulatum*, *Bauhinia rufecens*, *Manguifera indica* en diverses variétés et des graminées annuelles comme *Imperata cylindrica*, *Cassia tora*, *Cassia occidentalea*.

3.4.4. Le site de Diakanapé

Selon les populations, le village de Diakanapé est l'un des plus vieux villages de la commune de Kéméné Tombo. La dégradation des berges a toujours existé à Diakanapé, elle a augmenté d'ampleur depuis l'inondation de 1958, elle s'est accentuée davantage avec l'aménagement du barrage de Manantali. Le ruissellement favorisé par la pente contribue beaucoup dans ce terroir à l'érosion des berges. Au plan écologique, on constate une disparition progressive des espèces accompagnée de pertes de sols. L'élargissement du lit du fleuve et les bancotières constituent des menaces graves pour la protection de l'environnement. Le profil du terroir du village est présenté dans le schéma 1 ci-dessous.

a) Le terroir

Le terroir est une zone de plateau à faible pente. Il est essentiellement occupé par les champs de cultures pluviales (sorgho, mil, maïs, arachide, etc.). Le parcellaire de ces champs a lieu avec essentiellement des haies vives en *Euphorbia balzamifera*. Des haies vives d'autres espèces (*Jatropha curcas*, *Lawsonia inermis*, *Acacia spp*, *Bauhinia rufecens*, etc.) et des haies mortes sont aussi utilisées. La végétation naturelle qui l'occupe est composée essentiellement de *Balanites aegyptica*, *Zizyphus mauritiana*, *Combretum spp*, *Guiera senegalensis*. Dans cette zone de plateau, il y a la présence d'une mare qui sert de point d'abreuvement pour les animaux en saison sèche.

b) La zone d'habitation

La zone d'habitation notamment l'ancien noyau est dans la dépression du plateau. Deux pentes influencent le sens de l'écoulement des eaux de ruissellement dont une partie s'écoule

vers le fleuve et l'autre partie draine la rue principale du village pour se déverser dans la mare. Pour minimiser l'inondation du village à travers les eaux de ruissellement de cette rue, la population a creusé trois grandes tranchées (trous) dont deux sont aujourd'hui presque comblées par les déchets domestiques et/ou d'autres sédiments.

Ces tranchées gardent les eaux stagnantes pendant une longue période de l'année, elles deviennent ainsi des nids de parasites (moustiques, bilharziose, etc.) et par conséquent des sources de maladies. Elles sont accentuées par la présence de nombreux emprunts de banco (bancotières) dont l'exploitation de certaines a été interdite par le chef de village. Ces bancotières doivent être assainies pour améliorer l'hygiène du village.

c) La zone de la berge et du lit du fleuve

La berge est constituée de bandes morcelées par plus d'une dizaine d'accès qui se dégradent au fil des années à cause des eaux de ruissellement, des effets de la crue et des activités intenses des populations.

Une bande forestière large d'environ 20 m comportant de gros pieds d'*Azadirachta indica* (neem) occupe les bourrelets de la berge. Cette forêt est à dominance neem avec un sous-bois assez fourni. Les autres espèces sont, *Ficus spp*, *Borassus ethiopicum*, *Phoenix dactilofera*, *Balanites oegyptiaca*, *Cassia ciamea*, *Adanzonia digitata*, *Zyziphus spp*, *Acacia nilotica*, *Bauhinia reticulatum*, *Bauhinia rufecens*, *Manguifera indica* en diverses variétés et des graminées annuelles comme *Imperata cylindrica*, *Cassia tora*, *Cassia occidentalea*.

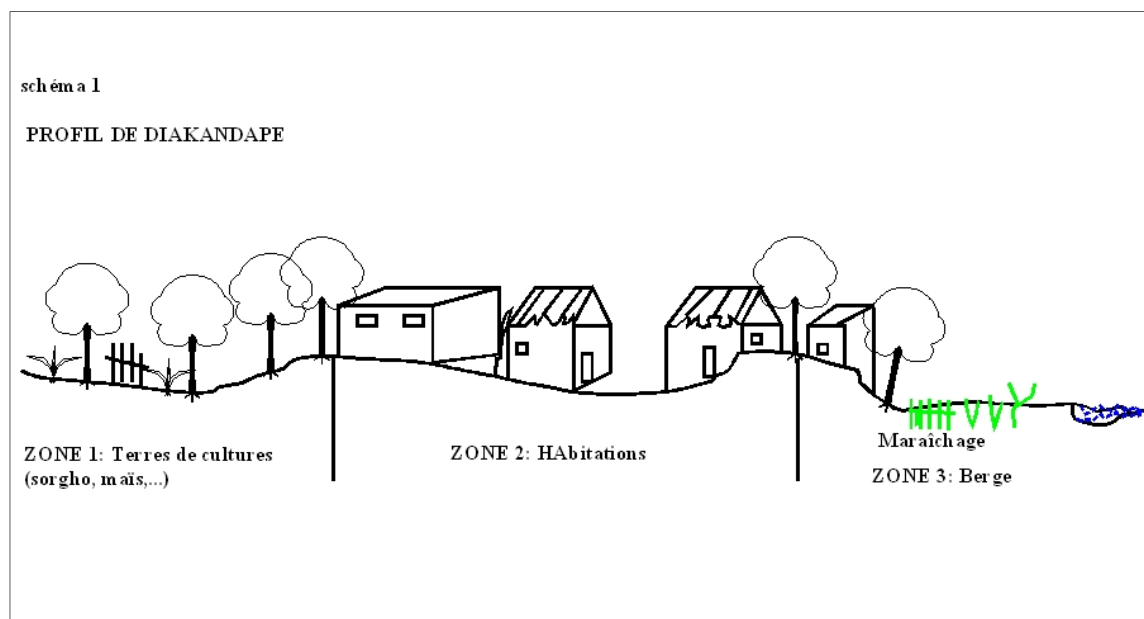
Selon les populations, le lit du fleuve s'est élargi de 15 m pendant les 30 dernières années. Cela a obligé 10 à 25 familles à abandonner leurs anciens sites situés sur les berges du fleuve pour des sites plus sécurisés. Aussi, dans le lit du fleuve, au pied des bourrelets des berges, une bande de 30 à 40 m de large est occupée par les jardins maraîchers et les cultures de décrue.

Les terres et les autres sédiments issus du processus d'érosions ont constitué beaucoup d'îlots dans le fleuve entravant ainsi les activités de navigation et de pêche. Sur ces îlots et sur les bords immédiats du fleuve, prolifèrent des plantes comme un roseau sous forme d'*Andropogon* (sakè en sarakolé) et des plages d'*Equinoclhoa stagnina* (bourgou) qui pourront être à la longue envahissantes.

Photo 6 : Îlots avec plantes aquatiques envahissantes dans le fleuve Sénégal à Diakanapé



Schéma 1 : Profil de Diakanapé



3.4.5. Le site de Samé Plantation

Le village de Samé Plantation est assez équipé avec la présence du Centre d'Apprentissage Agricole (CAA) et le Centre Régional de Recherche Agronomique (CRRA) de Kayes.

a) Le terroir

Le terroir est une zone de plaine sous forme de dépression. Il est essentiellement occupé par les champs de cultures pluviales (sorgho, mil, maïs, arachide, etc.) et les parcelles expérimentales du CAA et de CRRA. Le parcellaire de ces champs a lieu avec essentiellement des haies vives en *Euphorbia balzamifera*, *Acacia spp*, *Jatropha curcas*, *lawsonia inermis*, *Bauhinia rufecens*, etc.

La végétation naturelle qui l'occupe est une formation à dominance *Acacia spp*, que surplombent des pieds isolés de *Pourpartia birrea*, *Lannea macroptera*. On y trouve également du *Balanites aegyptica*, *Zizuphus mauritiana*, *Combretum spp*, *Guiera senegalensis*. Cette formation végétale fait l'objet de nombreux défrichements pour installer de nouveaux champs. Le terroir est caractérisé par la présence des plateaux Manding à l'extrême sud. Dans cette zone de plateau, il y a la présence de mares qui servent de point d'abreuvement pour les animaux. Le terroir est traversé par la route nationale Kayes - Diboli qui concentre le phénomène de l'érosion le long de cette route. Il existe aussi des glacis de dénudation qui sont très sensibles à l'érosion. Les zones d'érosion se concentrent le long des ravins et de la route, le long des berges du fleuve et à l'intérieur du village.

b) La zone d'habitation

La zone d'habitation est caractérisée par un ravin très dangereux qui menace la route, les infrastructures du CAA et d'autres habitations. Ce ravin est associé à une tranchée de déversions et à un collecteur mal dimensionné.

Photo 7 : Mare/lac dans le terroir de Samé Plantation



c) La zone de la berge et du lit du fleuve.

La berge est constituée par une pente peu abrupte et par une bande de 20 à 30 m dans le lit majeur du fleuve. Des plages de plantes envahissantes (roseaux) sont perceptibles çà et là dans le lit du fleuve. Il y a plusieurs accès des populations et des animaux au fleuve dont le plus important est le quai entre Samé Plantation et Somakidy coura. Aucun de ces accès n'est aménagé.

De gros pieds d'*Azadirachta indica* (neem) occupe les bourrelets de la berge. Les autres espèces sont, *Ficus spp*, *Borassus ethiopiun*, *Balanites oegyptiaca*, *Cassia ciamea*, *Adanzonia digitata*, *Zyziphus spp*, *Acacia nilotica*, *Bauhinia reticulatum*, *Bauhinia rufecens*, *Manguifera indica* et des graminées annuelles comme *Imperata cylindrica*, *Cassia tora*, *Cassia occidentalea*. Il existe également des touffes isolées d'*Echinochloa stagnina*

3.4.6. Le site de Samé wolof

a) Le terroir

C'est un terrain plat situé derrière les rails. Il abrite l'essentiel des cultures pluviales de sorgho, mil, maïs, arachide, etc. L'espace au delà des champs sert de pâturages, la végétation ligneuse est composée surtout d'*Acacia spp*, de *Zizuphus mauritiana* et *Guiera senegalensis*. Les parcs sont également installés dans cette zone, non loin des concessions.

Le terroir est aussi caractérisé par un (1) ravin assez important qui prend sa source dans les plateaux Manding situés à l'extrême sud et acheminent toutes leurs eaux chargées de terres et d'autres sédiments dans le fleuve. Ce ravin est traversé par la route nationale Kayes – Diboli à l'intersection de laquelle d'importants travaux de lutte antiérosive ont eu lieu sous forme de collecteurs latéraux et d'aménagement de l'intérieur du ravin. Leurs jonctions sont souvent mal aménagées et favorisent l'érosion. Aussi, les impacts d'une érosion très sévère sont perceptibles le long de la route et du ravin. Des plantations en *Euphorbia balzamiphera* ont été réalisées pour atténuer ces impacts. Ces plantations doivent être renforcées en les

associant à d'autres mesures comme les cordons pierreux, les seuils de sédimentation et les plantations d'autres espèces qui pourront être les suivantes *Acacia senegal*, *Accia raddiana*, *Acacia seyal*, *Azadirachta indica*, *Zyziphus mauritiana*, etc.

b) La zone d'habitation

La route bitumée Kayes-Diboli sépare le village en deux parties. La première partie comprend le groupe de concessions situées du côté des rails, la seconde dont la mairie est localisée au nord de la route, du côté du fleuve. Entre cette deuxième partie et le fleuve, il y a une érosion très intense en mosaïque de griffes et de ravins sur un espace d'environ 10 ha très dégradé avec la présence de nombreux emprunts de banco ou bancotières.

Ces ravins par leur élargissement progressif ont entraîné le déplacement de l'école et de certaines familles. D'autres demeurent très menacées. Sur toute cette bande dégradée, les populations ont réalisé de nombreuses pistes d'accès au fleuve.

Dans la partie dégradée, les arbres viennent sous forme de touffes et/ou de pieds isolés. Les espèces rencontrées sont : *Zyziphus spp*, *Crateva religiosa*, *Bauhinia rufecens*, *Combretum micranthum*, *Strophantus sarmatosus*, *Gmelina arborea*, *Tamarindus indica*, *Ficus spp*, *Prosopis juliflora*, *Celtis integrifolia*, *Cassia ciamea*. Les herbacées et le graminées sont *Vetivera nigriflora*, *Ludcia spp*, *chamgrus biflorus*, *Cassia tora*, *Cassia occidentalea*.

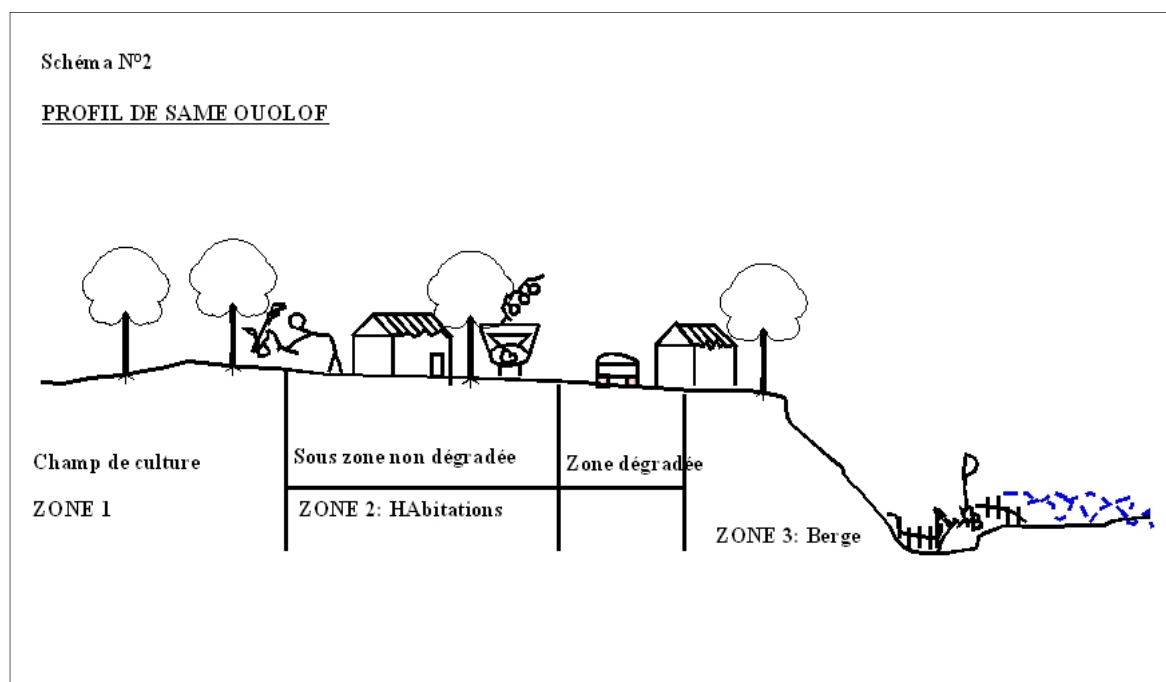
Le village est assez pourvu en plantations d'alignement et d'ombrage. Derrière la mairie, il existe une plantation d'*Azadirachta indica* qui longe le goudron. Elle doit être améliorée et poursuivie pour constituer un véritable rideau de protection des berges.

c) La zone de la berge et lit du fleuve

Elle est fortement dégradée surtout vers l'ouest du côté de Samé Plantation. Elle est également très associée à la partie dégradée décrite dans la zone d'habitation. Les espèces forestières rencontrées sont : *Caparis corimbosa*, *Boscia senegalensis*, *Bauhinia spp*, *Balanites aegyptiaca*, *Calotropis procera*. Comme herbacées et graminées, on peut rencontrer *Penicetum pedicelatum*, *Vetivera nigriflora*, *Chamgrus biflorus*, *Wuldioloko* (en Bambara).

Une bande de 20 à 30 m de large longe les bourrelets de berges dans le lit majeur du fleuve. Elle comporte des jardins maraîchers clôturés essentiellement en haies mortes.

Schéma 2 : Profil de Samé Ouolof



3.4.7. Le site de Dar Salam Plantation

a) Le terroir

Le terroir de Dar Salam Plantation est assez influencé par la proximité de la ville de Kayes par rapport aux autres terroirs. Il est la zone des cultures pluviales de sorgho, mil, maïs, arachide, etc. La végétation ligneuse est composée surtout d'*Acacia spp*, de *Zizyphus mauritiana* et de *Guiera senegalensis*. Ce terroir est traversé par la route internationale Kayes – Djiboli avec des corollaires d'érosion. Un peuplement assez dense à dominance d'*Acacia spp* en mélange avec d'autres espèces comme *Zyziphus spp*, *Bauhinia spp* *Combretum spp* est perceptible en amont du site le plus dégradé. Le terroir est aussi riche en haies vives avec les espèces suivantes : *Euphorbia balzamiphora*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia senegal*, *Accia raddiana*, *Acacia seyal*, *Azadirachta indica*, *Zyziphus mauritiana*, etc.

Photo 8 : Peuplement naturel assez dense à dominance *Acacia spp* à Dar Salam Plantation



b) La zone d'habitation

Les habitations sont séparées du fleuve par une zone de dégradation en nappe d'environ 12 ha, se présentant sous forme de griffes en mosaïques et de ravins assez profonds, diffus et très difficiles à traiter. Cette dégradation est accentuée par la présence de nombreux emprunts de banco ou bancotières. Les habitations ne sont pour le moment pas en danger car les familles menacées ont été obligées de se déplacer pour se réinstaller sur des sites plus sécurisés.

Photo 9 : Dégradation an nappe avec mosaïques de ravins et de rigoles



Dans la partie dégradée, les arbres viennent sous forme de touffes et/ou de pieds isolés. Les espèces rencontrées sont : *Zyziphus spp*, *Crateva religiosa*, *Bauhinia rufecens*, *Combretum micranthum*, *Strophantus sarmatosus*, *Gmelina arborea*, *Tamarindus indica*, *Ficus spp*, *Prosopis juliflora*, *Celtis integrifolia*, *Cassia ciamea*. Les herbacées et le graminées sont *Vetivera nigriflora*, *Ludecia spp*, *chamgrus biflorus*, *Cassia tora*, *Cassia occidentalea*.

c) La zone de la berge et lit du fleuve

Les bourrelets des berges du fleuve qui sont très affectés par l'érosion présentent encore des reliques de forêts galeries très riches en espèces. Le *Boscia senegalensis* est très abondant dans la partie glaciaire de dénudation très dégradée. Sur les bords du fleuve, les formations forestières se présentent en fourrées discontinues. Les espèces dominantes sont le *Balanites aegyptiaca*, le *Zyziphus spp*, *Crateva religiosa*, *Bauhinia rufecens*, *Combretum micranthum*, *Combretum gasalencea*, *Strophantus sarmatosus*, *Tamarindus indica*, *Ficus spp*, *Prosopis juliflora*, *l'Azadirachta indica*, *Celtis integrifolia*, *Cassia ciamea*. *Ficus spp*, *Les Acacia spp* (*sieberiana*, *seyal*, *albida*, *seyal*, *nilotica*, *pinnata*), *Bauhinia spp*, *Grewia spp*, *Diospiros mespiliformis*, *Combretum lecardii*, *Caparis corumbosa*, *Crateva religiosa*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Maerua angustifolia*, *Borassus ethiopicum*. Les herbacées et le graminées sont *Leptadenia astata*, *Vetivera nigriflora*, *Ludecia spp*, *chamgrus biflorus*, *Cassia tora*, *Cassia occidentalea*, *Penicetum pedicelatum*, le *wuludioloco* (en bambara) en buisson avec *boscia senegalensis*.

Photo 10 : Dégradation verticale à Dar Salam Plantation



3.4.8. Le site de Dar Salam Samé

a) Le terroir

Les champs de sorgho, maïs, arachide, mil et fonio et les parcs sont localisés dans cette zone située au sud du village avec une bande importante qui sépare le village des berges. Le terroir, dominé par les champs est un parc dont les espèces dominantes sont le *Guiera senegalensis*, le *Zyziphus mauritiana*, *Balanites aegyptiaca*, le *Ficus spp*, *Manguifera indicas* en plusieurs variétés, l'*Adansonia digitata*, *Azadirachta indica*, etc.

b) La zone d'habitation.

Elle est située au nord de la route bitumée Kayes-Diboli, sur une légère pente. Les maisons ont pour la plupart des toits en terrasse de banco ou en tôle. A l'extrême Est et Ouest du village, il existe des périmètres horticoles et maraîchers.

c) La zone de la Berge et le lit du fleuve

Elle est adjacente à la précédente, constituée de bandes dégradées marquées par la présence de nombreux ravins et bancotières qui communiquent avec ces dernières, la pente est assez accentuée. Ce qui donne souvent de bons exemples de dégradations verticales.

Les ravins progressent vers le village. Ils sont pour la plupart des accès (8) au fleuve ce qui accentue le phénomène de dégradation. Sur les bourrelets des berges, on rencontre des touffes isolées de ligneux dans une plage d'herbacées et de graminées annuelles. Les espèces ligneuses les plus dominantes sont: *Bauhinia reticulata*, *Acacia seyal*, *Guiera senegalensis*, *Acacia albida*, *Azadirachta indica*, *Crateva religiosa*, *Ficus spp*. Les herbacées et les graminées rencontrées sont : *Cassia occidentalea*, *Cassia tora*, *Sesbania spp*, *Chamgrus biflorus*, *Penicetum spp*, *Andropogon spp*, etc.

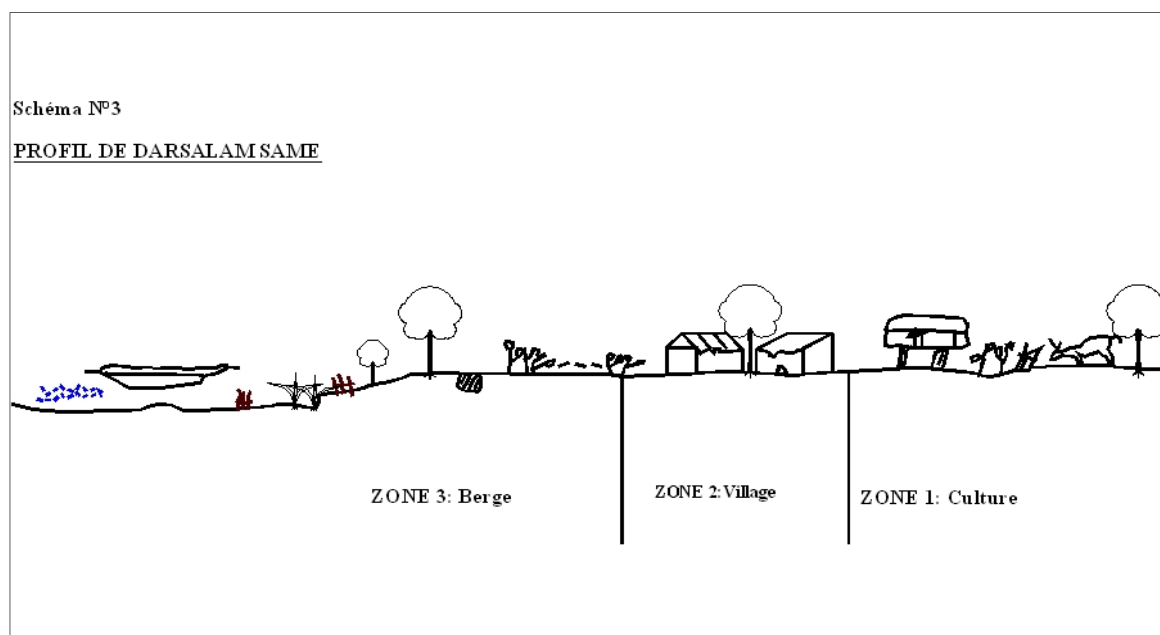
Dans le lit du fleuve, la population installe les parcelles maraîchères et des parcelles de cultures de décrue qui occupent une bande large de 30 à 50 m.

Photo 11 : Travaux de maraîchage dans le lit, défrichage et coupe abusive des arbres à Dar Salam Samé



Photo 12 : Travaux de maraîchage dans le lit, défrichage, brulis et labour de terres susceptibles d'être transportées dans le fleuve à Dar Salam Samé

Schéma 3 : Profil de Darsalam Samé



3.4.9. Le site de Somakidy village ou Somakidy koro

a) Le terroir

Somakidy village est un gros village, chef lieux d'une commune urbaine situé sur la rive droite. Le terroir est caractérisé par une grande dépression qui sépare le village sur environ 1,5 km. Il est également caractérisé par d'importantes haies vives en *Euphorbia balsamifera* utilisées pour faire le parcellaire des champs de sorgho, maïs, arachide, mil et fonio, et aussi des jardins maraîchers situés le long de la dépression. Les autres espèces utilisées à cet effet sont le *Bauhinia rufecens*, *lawsonia inermis* et l'*Acacia spp* notamment *nilotica*. Malgré ces haies vives, le terroir comporte des zones de glacis de dénudation qui doivent être traitées. Les champs et les parcs sont localisés dans cette zone située au sud du village avec une bande

importante qui sépare le village des berges. Le terroir, dominé par les champs est un parc dont les espèces dominantes sont le *Guiera senegalensis*, le *Zyziphus mauritiana*, *Balanites aegyptiaca*, le *Ficus spp*, *Manguifera indicas* en plusieurs variétés, l'*Adansonia digitata*, *Azadirachta indica*, etc.

b) La zone d'habitation

Le village de Somakidy koro n'est pas menacé par l'érosion des berges et les inondations liées au fleuve Sénégal. Cependant il souffre de deux principaux problèmes que sont :

- L'enclavement : l'accès devient difficile voire impossible en hivernage surtout avec la présence du fleuve et de la dépression ;
- L'insuffisance d'assainissement liée aux difficultés de drainage des eaux de pluie vers la dépression. C'est pourquoi, il y a suffisamment de barrières en sacs remplis de sable pour faciliter le déplacement dans les rues du village.

c) La zone de la Berge et le lit du fleuve

La forme de dégradation la plus caractéristique est la dégradation verticale qui est plus liée à l'érosion des berges qu'à celle en nappe. Il y a moins de marâchage et d'autres activités humaines sur les berges et dans le lit du fleuve probablement parce que d'une part, le fleuve est loin du village et les populations ont d'autres terres et, d'autre part, il n'y a pas assez d'espace entre l'eau et la berge. Dans ces conditions, les mesures de revégétalisation de la berge apparaissent faciles à mettre en œuvre.

Le problème de dégradation latérale est ressenti essentiellement au niveau des accès au fleuve qui contribuent beaucoup à la création et à l'accroissement des ravins.

Sur les bourrelets des berges, on rencontre des touffes isolées de ligneux dans une plage d'herbacées et de graminées annuelles. Les espèces ligneuses les plus dominantes sont: *Bauhinia reticulata*, *Acacia seyal*, *Acacia nilotica*, *Azadirachta indica*, le *Borassus ethiopicum*, *Ficus spp*. Les herbacées et les graminées rencontrées sont : *Cassia occidentalea*, *Cassia tora*, *Chamgrus biflorus*, *Penicetum spp*, *Andropogon spp*, etc.

3.4.10. Le site de Somakidy coura

Somakidy coura est un hameau de Somakidy village. Ce hameau a été créé par des émigrés de retour au pays. Compte tenu du fait que ce hameau n'a pas de terroir, ce site sera traité en un seul chapitre.

Le hameau vient dans un plan d'urbanisme assez maîtrisé. Des efforts énormes ont été faits en matière de protection, de restauration et d'embellissement des berges en particulier et de protection de l'environnement en général. Les habitations sont dans un peuplement forestier réussi à dominance *Azadirachta indica*. En plus de cette plantation, un réseau de collecteurs sous forme de « T » est réalisé pour accumuler tous les eaux de ruissellement et les conduire dans le fleuve. Dans la zone d'étude, cette expérience est unique et a donné des résultats

probants qui méritent d'être vulgarisés. Des seuils de sédimentation et des gabions ont été réalisés dans les ravins existants qui ont amorcé leur comblement.

Aussi bien sur les bourrelets des berges que dans le reste de l'espace occupé par le hameau, une galerie forestière est entretenue avec une diversité biologique assez fournie. Les principales espèces forestières rencontrées sont entre autres *l'Azadirachta indica*, *le Zyziphus spp*, *le Borassus ethiopianum*, *le Crateva religiosa*, *le Beassi multiflora*, *le Strofantus sarmantosus*, *le feretia cantioïdes*, *le Bauhinia spp*, *Acacia albida*, *Acacia seyal*, *Acacia nilotica*, *l'Adanzonia digitata*, *le Maerua spp*, *le Mimosa pigra* qui peut à la longue être envahissant. Les herbacées et le graminées sont : *Leptadenia astata*, *Vetivera nigriflora*, *Ludecia spp*, *chamgrus biflorus*, *Cassia tora*, *Cassia occidentalea*, *Penicetum pedicelatum*, *le wuludioloco (en bambara)* et beaucoup d'autres plantes surtout rampantes non identifiées.

3.4.11. Le site de Bangassi

a) Le terroir

Le village de Bangassi est le chef lieu de la commune rurale du même nom. Le terroir, localisé sur la rive droite du fleuve, comporte des hameaux comme Tiguidia Peuhl qui est la zone des cultures pluviales (sorgho, mil, maïs, arachide, etc.) dans les parties les plus fertiles. Les sols sont argileux à argilo sableux. La végétation ligneuse est composée surtout d'*Acacia spp* (*senegal*, *raddiana*, *seyal*, etc.), *Azadirachta indica*, *Zyziphus mauritiana*, et *Guiera senegalensis*, avec de gros pieds isolés de *Pourpartia birrea*, *Lannea microcarpa*, *Balanites aegyptiaca*. Le terroir présente beaucoup de glacis de dénudation, notamment entre Bangassi et le hameau de Tiguidia Peuhl, dépourvus de végétation qui sont susceptibles d'érosion hydrique et éolienne. Il comporte des plantations en haies vives qui assurent le parcellaire des champs et servent de clôture aux parcelles maraîchères en zone exondée. Ces haies vives sont en *Euphorbia balzamifera*, *Bauhinia rufecens*, *Jatropha curcas* et rarement en *Lawsonia inermis*. Il faut également noter la présence de beaucoup de haies mortes.

b) La zone d'habitation

Les habitations sont réparties en trois agglomérations différentes séparées des champs de cultures. L'agglomération qui est au bord du fleuve est la plus menacée par l'érosion des berges et les inondations. Elle est la plus concernée par la présente étude. A ce niveau, une bande de 50 à 100 m de large borde le fleuve. Mais elle est entrain d'être occupée augmentant ainsi les risques d'érosion et d'inondation. Les agglomérations sont assez pourvues en plantations d'alignement et d'ombrage essentiellement réalisées en *Azadirachta indica*.

c) La zone de la berge et lit du fleuve

Les bourrelets des berges du fleuve qui sont très affectés par l'érosion présentent encore des reliques discontinues de forêts galeries avec un tapis herbacé et graminéen fourni par endroit. Les espèces ligneuses dominantes sont le *Balanites aegyptiaca*, *le Zyziphus spp*, *Bauhinia rufecens*, *Combretum micrantum*, *Combretum gasalencea*, *Strophantus sarmatosus*, *Tamarindus indica*, *Ficus spp*, *Prosopis juliflora*, *l'Azadirachta indica*, *Cassia ciamea*, *les Acacia spp* (*sieberiana*, *seyal*, *albida*, *seyal*, *nilotica*, *pinnata*), *Grewia spp*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Maerua angustifolia*, *Borassus ethiopianum*, *Aeuphahen tabaïca*, *Ceïba pentendra*. Les herbacées et le graminées sont *Leptadenia astata*, *Vetivera nigriflora*, *Ludecia*

spp, *chamgrus biflorus*, *Cassia tora*, *Cassia occidentalea*, *Penicetum pedicelatum*, *le wuludioloco* (en bambara). Notons la présence de plages encore isolées de plantes aquatiques envahissantes sous forme de roseaux.

Dans le lit majeur du fleuve une bande de 20 à 30 m de largeur sépare les berges de l'eau. Sa largeur est fonction du niveau de la décrue. Elle est majoritairement occupée par les jardins maraîchers dont les terres de labour se retrouvent très souvent dans le fleuve. De cette bande, partent de multiples accès qui contribuent beaucoup à l'accélération des ravins.

3.4.12. Le site de Diakalel

Diakalel est un village relevant de la commune rurale de Bangassi mais contigu à la ville de Kayes. Cette position péri-urbaine domine les activités socio-économiques du village et l'imprime un rythme d'extension accéléré. Diakalel et son terroir constituent un des sites les plus éprouvés par l'érosion des berges. Selon les populations rencontrées, la dégradation des berges a commencé réellement après l'inondation de 1958, qui a occasionné le déplacement de plusieurs familles installées au bord du fleuve dans les parcelles de sisal abandonnées en 1956. Elle s'est accentuée avec les sécheresses des années 70 et éventuellement les lâchers d'eau du barrage de Manantali. La coupe de bois sur les bourrelets des berges et l'existence de bancotières ont largement favorisé la création et l'intensification des ravins. Cette situation est aggravée par les voies d'accès sur la berge empruntées par les véhicules pour le transport de sable.

a) Le terroir

Le terroir, localisé sur la rive droite du fleuve Sénégal, est la zone des cultures pluviales (sorgho, mil, maïs, arachide, etc.) dans les parties les plus fertiles. Les sols sont argileux à argilo sableux. La végétation ligneuse est composée surtout d'*Acacia spp* (*senegal*, *raddiana*, *seyal*, etc.), *Azadirachta indica*, *Zyziphus mauritiana*, et *Guiera senegalensis*, avec de gros pieds isolés de *Pourpartia birrea*, *Lannea microcarpa*, *Balanites aegyptiaca*. Le terroir présente beaucoup de glacis de dénudation dépourvus de végétation. Ils sont susceptibles d'érosion hydrique et éolienne. Ainsi au niveau de l'école, l'un des plus grands glacis se prolonge vers la zone d'habitation sur une pente légèrement inclinée vers le fleuve. Ce glacis est apparemment l'une des principales sources de l'érosion à Diakalel. Le terroir comporte beaucoup de cordons pierreux et de haies vives qui assurent le parcellaire des champs de cultures pluviales. Ces haies vives sont en *Euphorbia balzamiphora*, *Bauhinia rufecens*, *Jatropha curcas* et rarement en *Lawsonia inermis*. Il faut également noter la présence de beaucoup de haies mortes. Tout cela indique l'acuité du problème de l'érosion dans ce terroir et l'ampleur des efforts déployés par la population pour minimiser les effets néfastes de l'érosion et des inondations.

b) La zone d'habitation

Les habitations sont localisées sur la pente qui commence depuis le glacis de l'école, point de démarrage du phénomène d'érosion du village. Plusieurs ravins commencent à « l'arrière plan » du village du côté nord, le traversent pour se jeter dans le fleuve. D'autres prennent naissance dans le village. La structure urbanistique du village faite de maisons serrées complique le drainage des eaux de ruissellement à travers les rues qui sont étroites ou très souvent obstruées favorisant ainsi la création de rigoles qui deviennent des ravins au fil des années.

kPhoto 13 : Dégradation en ravins et en griffes profondes dans le village de Diakalel



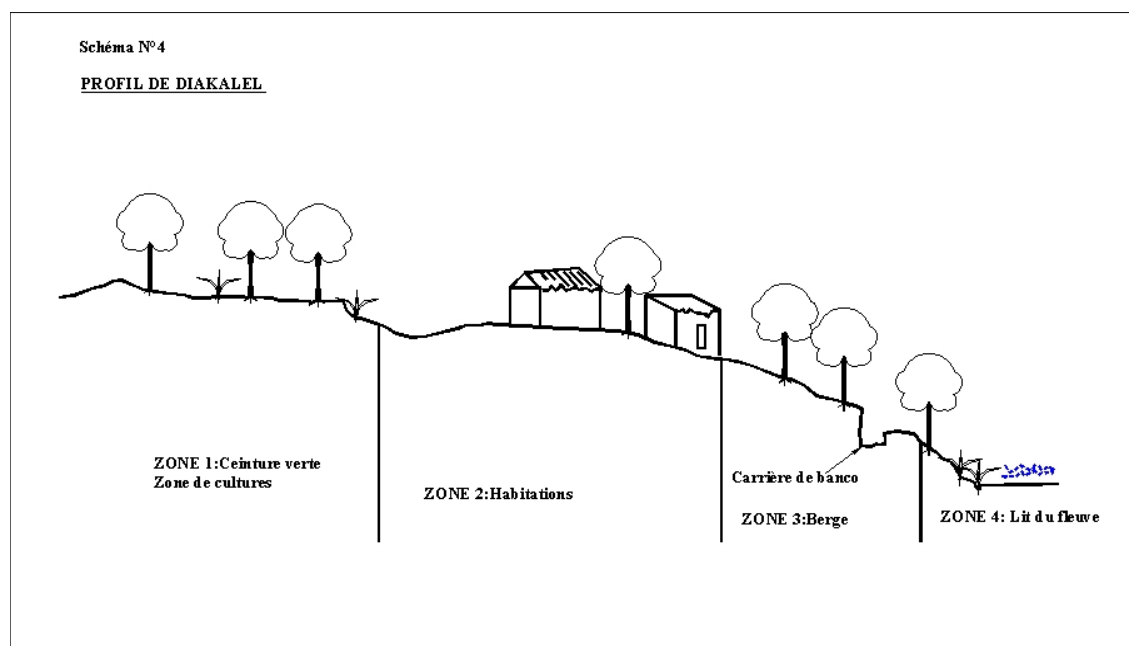
c) La zone des berges et le lit du fleuve

Une galerie forestière discontinue occupe ces bourrelets. Les principales espèces végétales rencontrées sont entre autres : *Zyziphus spp*, *Bauhinia rufecens*, *Combretum micrantum*, *Combretum gasalencea*, *Tamarindus indica*, *Ficus spp*, *Prosopis juliflora*, *l'Azadirachta indica*, *Cassia ciamea*, les *Acacia spp* (*sieberiana*, *raddiana*, *seyal*, *albida*, *seyal*, *nilotica*, *pinnata*), *Grewia spp*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Euphorbia balsamifera*, *Maerua angustifolia*, *Borassus ethiopicum*, le *Calotropis procera*. Les herbacées et le graminées sont *Leptadenia astata*, *Vetivera nigritana*, *Ludecia spp*, *chamgrus biflorus*, *Cassia tora*, *Cassia occidentalea*, *Penicetum pedicelatum*, le *wuludioloco* (*en bambara*). Notons la présence de plages encore isolées de plantes aquatiques envahissantes sous forme de roseaux.

La zone des berges est fortement dégradée, on y constate l'existence de nombreux ravins et des bancotières. Les rigoles provenant de la zone d'habitation, s'agrandissent exagérément à la confluence avec le fleuve, où l'érosion en nappe et l'érosion des berges combinent leurs énergies cinétiques. Cela donne l'impression que les ravins ont pris naissance à partir du fleuve. Dans cette zone, une intense activité maraîchère et horticole se développe intensifiant les pressions des populations sur un écosystème déjà précaire. Les terres arrachées par les maraîchers descendent directement dans le fleuve.

L'intense activité humaine a également entraîné la création de plusieurs accès au fleuve qui contribuent à l'intensification des rigoles et des ravins qui sont généralement empruntés.

Schéma 4 : Profil de Diakalel



3.4.13. Le site de Saboussiré

a) Le terroir

Le terroir de Saboussiré est marqué par une partie des monts Mandingues au sud-ouest, des dépressions et des plaines où sont localisées les cultures pluviales (sorgho, mil, maïs, arachide, etc.) dans les parties les plus fertiles. Les sols sont argileux à argilo sableux. La végétation ligneuse est un mélange d'espèces où on peut rencontrer les *Combretum* (*gasalencea*, *micrantum*, *lecardii*, *glutinosum*), *Ptelopsis suberosa*, *Ximenia americana*, *Acacia spp* (*senegal*, *raddiana*, *seyal*, etc.), *Azadirachta indica*, *Zyziphus mauritiana*, et *Guiera senegalensis*, *Grewia spp*, avec de gros pieds isolés de *Pourpartia birrea*, *Lannea microcarpa*, *Balanites aegyptiaca*, *Terminalia spp* qui vient en peuplement assez pure du côté de Kakoulou. Le terroir présente beaucoup de glacis de dénudation dépourvus de végétation qui, sont susceptibles d'érosion hydrique et éolienne. La multitude de dépressions rend les pentes plus diffuses, le contrôle du ruissellement et de l'érosion difficile. Cependant, l'existence de mares si elles sont suffisamment entretenues peut constituer un atout à travers le maintien des eaux de ruissellement et l'abreuvement des animaux qui éviteront d'emprunter les accès au fleuve.

b) La zone d'habitation

Les habitations qui sont pour la plupart en banco sont localisées dans une dépression et sur les bourrelets des berges. Cela nécessite le déplacement et la réinstallation de certaines familles pour les sécuriser contre l'érosion et les inondations et disposer d'espace pour la réalisation des travaux de lutte antiérosive et de protection des berges. Signalons la présence à environ 30 m des berges de trois à quatre cimetières que la conservation doit être prise en compte en rapport avec les communautés concernées.

c) La zone des berges et le lit du fleuve

Les bourrelets des berges sont dépourvus de végétations notamment ligneuses. Les arbres sont dispersés et le tapis herbacé peu fourni. Cette situation augmente les risques d'érosion des berges et de dégradation des sols. Les principales espèces végétales rencontrées sont entre autres : *Zyziphus spp*, *Bauhinia spp*, *Combretum micranthum*, *Combretum gasalencea*, *Tamarindus indica*, *Ficus spp*, *Prosopis juliflora*, *l'Azadirachta indica*, *Balanites aegyptiaca*, *Cassia siamea*, les *Acacia spp* (*sieberiana*, *raddiana*, *seyal*, *albida*, *seyal*, *nilotica*, *pinnata*), *Grewia spp*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Euphorbia balzamifera*, *Maerua angustifolia*, *Borassus ethiopicum*, le *Calotropis procera*. Les herbacées et les graminées sont *Leptadenia astata*, *Vetivera nigritana*, *Ludecia spp*, *chamgrus biflorus*, *Cassia tora*, *Cassia occidentalea*, *Penicetum pedicelatum*, le *wuludioloco* (en bambara). Notons la présence de plages encore isolées de plantes aquatiques envahissantes sous forme de roseaux.

La zone des berges est fortement dégradée, la dégradation verticale est la forme la plus dominante. Elle est accentuée avec la présence des emprunts de banco ou bancotière. L'intense activité humaine a également entraîné la création de plusieurs accès au fleuve qui contribue à l'intensification des rigoles et des ravins.

La bande au pied des berges dans le lit majeur du fleuve comporte des jardins maraîchers avec des clôtures en haies mortes. Par ailleurs, cet espace connaît un début de colonisation par les plantes aquatiques envahissantes comme le Bourgou (*Echinochloa stagnina*). Des îlots sont aussi perceptibles dans le lit du fleuve. Cela indique l'ampleur des terres et des sédiments qui y ont été déversés.

3.4.14. Le site de Kakoulou

Kakoulou est le chef lieu de la commune rurale de Logo. La mission dans cette commune a été marquée par la rencontre avec le conseil communal de Logo. Cette rencontre après avoir discuté des objectifs et de l'importance du projet dans la protection des berges du fleuve Sénégal, le conseil communal a montré un grand intérêt pour le projet qui répond parfaitement à leurs préoccupations. La rencontre a aussi passé en revue les travaux de lutte antiérosive réalisés dans la commune notamment par le PGRN. Il ressort des débats que les plantations dans la commune sont de plus en plus dominées par *l'Azadirachta indica* au détriment des manguiers qui constituaient l'espèce dominante il y a 10 ans.

Le conseil a mis l'accent sur l'état très avancé des dégradations de berges à Denguirai et Saboussiré. Il a également insisté sur le rythme inquiétant de la progression des plantes aquatiques envahissantes qui font plus de dégâts à Maloum, Dembayouma, Modikané, Kérouané, Marena et Farakotosso. Les dangers des îlots ont aussi été largement évoqués. Les plantes envahissantes reconnues par les populations sont *Echinochloa stagnina* (bourbou en bambara), une espèce de roseau, une fougère appelée Baguani (en bambara) ou (sakè en Kassoké). Les sites les plus concernés par cette fougère sont Modikané, Saboussiré, Maloum et Kérouané.

a) Le terroir

Le terroir de Kakoulou est marqué par une partie des monts Mandingues au sud-ouest, des dépressions, des plaines et des mares. Le marigot de Fankuiné Koto est un élément caractéristique du terroir. Il prend sa source dans la colline de Tobota à la frontière avec la

commune rurale de Sadiola (15 à 20 km). Les champs de cultures pluviales (sorgho, mil, maïs, arachide, etc.) sont localisés dans les parties les plus fertiles. Les sols sont argileux à argilo sableux, limono argileux par endroit. La végétation ligneuse est un mélange très hétéroclite d'espèces où on peut rencontrer les *Combretum (gasalencea, micrantum, lecardii, glutinosum)*, *Ptelopsis suberosa*, *Ximenia americana*, *Acacia spp (senegal, raddiana, seyal, etc.)*, *Azadirachta indica*, *Zyziphus spp (mauritiana, amphiba, nuchronata)* et *Guiera senegalensis*, *Grewia spp*, *Strophantus sarmatosus*, *Feretia canthioïdes*, *Bauhinia spp*, *Diospiros mespiliformis*, avec de gros pieds isolés de *Pourpartia birrea*, *Lannea microcarpa*, *Balanites aegyptiaca*, *Terminalia spp* et rarement *Vitelaria paradoxa*. Le terroir présente beaucoup de glacis de dénudation qui sont susceptibles d'érosion hydrique et éolienne. Le tapis herbacé est très fourni; il comporte des espèces comme *Andropogon spp (gayanus, emplexins, psedapricus)* *Ludecia spp*, *Dihetropogon spp*, *Cassia spp (tora et occidentalea)* et beaucoup d'autres espèces non identifiées. Comme à Saboussiré, la multitude de dépressions rend les pentes plus diffuses, le contrôle du ruissellement et de l'érosion difficile. Cependant, l'existence de mares si elles sont suffisamment entretenues peut constituer un atout à travers le maintien des eaux de ruissellement et l'abreuvement des animaux qui éviteront d'emprunter les accès au fleuve.

b) La zone d'habitation

Kakoulou est un gros village assez équipé longeant le fleuve sur sa rive gauche. Une dépression traversant le village sert d'exutoire au surplus d'eau de la mare (située au pied de la colline) en direction du fleuve. Cette dépression aboutie sur une zone très dégradée (voir ci-dessous) sur les bourrelets des berges avant de se jeter dans le fleuve. Elle marque un début de ravin qui sépare le village en deux parties. Cela accroît les risques d'érosion des berges et d'inondation du village. Pendant les 10 dernières années, beaucoup de familles ont été obligées de se déplacer pour se réinstaller sur des sites plus sécurisés. Cependant, d'autres restent menacés. La zone d'habitation présente beaucoup d'arbres en plantations d'alignement et d'ombrage. Au niveau de l'église et infrastructures connexes, les plantations qui ont été réalisées avec un objectif de protection des berges et de ces installations, la plantation est très dense et suffisamment entretenues. L'espèce largement dominante est *l'Azadirachta indica* ou neem.

c) La zone de la berge et lit du fleuve

Les bourrelets des berges du côté amont du village sont occupés sur une largeur de 100 à 150 m, une longueur de 600 m par une zone de dégradation avec une superficie variant entre 6 ha et 10 ha. La dégradation se présente sous forme de griffes en mosaïques et de ravins assez profonds, diffus et très difficiles à traiter. Cette dégradation est accentuée par la présence de nombreux emprunts de banco ou bancotières. Sur tout le reste de la longueur du site, l'érosion des berges demeure très dangereuse.

Dans la partie dégradée, les arbres viennent sous forme de touffes et/ou de pieds isolés. Sur toute la longueur des berges, les espèces rencontrées sont : *Balanites aegyptiaca*, *Zyzyphus spp*, *Caparis corumbosa*, *Balanites aegyptiaca*, *aeuphahen tebaïca*, *Tamarindus indica*, *Euphorbia balzamiphera*, *Crateva religiosa*, *Bauhinia rufecens*, *Combretum micrantum*, *Combretum gasalencea*, *Strophantus sarmatosus*, *Calotropis procera*, *Tamarindus indica*, *Ficus spp*, *Prosopis juliflora*, *l'Azadirachta indica*, *Celtis integrifolia*, *Cassia ciamea*. *Ficus spp*, *Les Acacia spp (seyal, albida, seyal, nilotica, pinnata)*, *Bauhinia spp*, *Grewia spp*, *Diospiros mespiliformis*, *Combretum spp (lecardii, micrantum)*, *Guiera senegalensis*,

Caparis corumbosa, *Crateva religiosa*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Maerua angustifolia*, *Borassus ethiopicum*. Les herbacées et les graminées sont *Leptadenia astata*, *Vetivera nigritana*, *Ludecia spp*, *chamgrus biflorus*, *Cassia tora*, *Cassia occidentalea*, *Penicetum pedicelatum*, *le wuludioloco (en bambara)* en buisson avec *boscia senegalensis*.

3.4.15. Le site de Denguirai

a) Le terroir

Le terroir de Denguirai est marqué par des dépressions et des plaines où sont localisées les cultures pluviales (sorgho, mil, maïs, arachide, etc.) dans les parties les plus fertiles. Les sols sont argileux à argilo sableux. La végétation ligneuse est un mélange d'espèces comme *Combretum spp* (*gasalencea*, *micrantum*, *lecardii*, *glutinosum*), *Ptelopsis suberosa*, *Ximania americana*, *Acacia spp* (*senegal*, *raddiana*, *seyal*, etc.), *Azadirachta indica*, *Zyziphus mauritiana*, et *Guiera senegalensis*, *Grewia spp*, avec de gros pieds isolés de *Pourpartia birrea*, *Lannea microcarpa*, *Balanites aeugyptiaca*, *Terminalia sp*. Cette végétation est assez rabougrie du fait de l'exploitation abusive et incontrôlée. Le terroir caractérisé par la présence de la forêt classée qui porte le nom du village (7 500 ha) ainsi que de beaucoup de glacis de dénudation dépourvus de végétation et exposés à l'érosion hydrique.

b) La zone d'habitation

Les habitations qui sont pour la plupart en banco sont localisées dans une dépression et sur les bourrelets des berges. Cela nécessite le déplacement et la réinstallation de certaines familles (12) pour les sécuriser contre l'érosion et les inondations d'une part et d'autre part, disposer d'espace pour la réalisation des travaux de lutte antiérosive et de protection des berges. La zone d'habitation comporte des plantations d'alignement et d'ombrage qui interviennent dans la protection des berges, malgré que cela ne soit pas leur objectif initial. Ces plantations sont largement dominées par l'*Azadirachta indica* (neem).

c) La zone des berges et le lit du fleuve

Les bourrelets des berges sont dépourvus de végétations notamment ligneuses. Les arbres sont dispersés et le tapis herbacé peu fourni. Les principales espèces végétales rencontrées sont entre autres : *Zyziphus spp*, *Bauhinia spp*, *Combretum micrantum*, *Combretum gasalencea*, *Tamarindus indica*, *Ficus spp*, *Prosopis juliflora*, l'*Azadirachta indica*, *Balanites aeugyptiaca*, *Cassia ciamea*, les *Acacia spp* (*sieberiana*, *raddiana*, *seyal*, *albida*, *seyal*, *nilotica*, *pinnata*), *Grewia spp*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Euphorbia balzamiphora*, *Maerua angustifolia*, *Borassus ethiopicum*, le *Calotropis procera*. Les herbacées et les graminées sont *Leptadenia astata*, *Vetivera nigritana*, *Ludecia spp*, *chamgrus biflorus*, *Cassia tora*, *Cassia occidentalea*, *Penicetum pedicelatum*, *le wuludioloco (en bambara)*. Des plages encore isolées de plantes aquatiques envahissantes sous forme de roseaux sont à signaler.

La zone des berges est fortement dégradée, la dégradation verticale est la forme la plus dominante. Elle est accentuée avec la présence des emprunts de banco ou bancotière et des amorces de ravins visiblement liées à la présence d'une érosion des berges. L'intense activité humaine a également entraîné la création de plusieurs accès au fleuve qui contribue à l'intensification des rigoles et des ravins.

La bande au pied des berges dans le lit majeur du fleuve comporte des jardins maraîchers. Par ailleurs, cet espace connaît un début de colonisation par les plantes aquatiques envahissantes comme le Bourgou (*Echinochloa stagnina*), les roseaux, etc. Des îlots sont aussi perceptibles dans le lit du fleuve. Cela indique l'ampleur des terres et des sédiments qui y ont été déversés.

3.4.16. Le site de Bafoulabé

Bafoulabé est le chef lieu du cercle et de la commune du même nom. La mission dans cette commune a été marquée par la rencontre avec le Préfet du cercle, le chef du service de la Conservation de la Nature et avec le représentant du PDIAM dans la zone. Tous ces interlocuteurs ont montré un grand intérêt pour le projet qui répond parfaitement à leurs préoccupations.

a) Le terroir

Le terroir de Bafoulabé est marqué par des plateaux des monts Mandingues de part et d'autre du fleuve. Il est également marqué par la confluence entre le Bafing et le Bakoye pour constituer le fleuve Sénégal. De part et d'autre, les plaines alluviales sont traversées par des ravins (2) quittant les plateaux (7 à 15 km), pour se jeter dans le fleuve. Les travaux de la construction du barrage de Manantali ont entraîné une croissance de la population. Les terres de cultures permanentes (mil, sorgho, arachides, maïs, arbres fruitiers sylvestres) et les terres d'occupation à dominance jachères, sont localisées soit sur des alluvions du fleuve Sénégal, soit sur les sols colluviaux des glacis qui encadrent les vallées. Trois grandes formations végétales peuvent être rencontrées dans le terroir. Il s'agit des savanes arborées, boisées et forêts claires qui colonisent les glacis d'épandage ; des formations ligneuses qui caractérisent les reliefs gréseux se répartissent de manière très hétérogène, en fonction des contraintes imposées par la topographie; la strate ligneuse à Combrétacées réparties en îlots qui alternent avec les bowé typiques sur collines cuirassées ou glacis de dénudation sur croupes et glacis carapacés, est généralement pauvre.

Le terroir présente également les plantations réalisées en aval de la ville par le Projet Intégré de Développement du Cercle de Bafoulabé (PIDCB) qui marquent l'apparition de l'Eucalyptus camaltulensis dans les reboisements. Les consommations de produits ligneux (bois, etc.) à Bafoulabé peut être évaluée à 0,73m³/ha/habitant/an¹.

La végétation ligneuse est un mélange très hétéroclite d'espèces où on peut rencontrer les espèces comme : *Bombax costatum*, *Pterocarpus (erinaceus, lucens)*, *Khaya senegalensis*, *Anogeissus leiocarpus*, *Burkiss africana*, *Azzeria africana*, *Cassia sieberiana*, *Parkia biglobosa*, *Detarium microcarpum*, *Combretum (gasalencea, micrantum, lecardii, glutinosum)*, *Ptelopsis suberosa*, *Ximenia americana*, *Acacia spp (senegal, raddiana, seyal, etc.)*, *Azadirachta indica*, *Zyziphus spp (mauritiana, amphiba, nuchronata)* et *Guiera senegalensis*, *Grewia spp*, *Strophantus sarmatosus*, *Feretia canthioïdes*, *Bauhinia spp*, *Diospiros mespiliformis*, avec de gros pieds isolés de *Pourpartia birrea*, *Lannea microcarpa*, *Balanites aegyptiaca*, *Terminalia spp* et rarement *Vitelaria paradoxa*. Le terroir présente beaucoup de glacis de dénudation qui sont susceptibles d'érosion hydrique mais rarement éolienne. Le tapis herbacé est très fourni ; il comporte des espèces comme *Andropogon spp (gayanus, emplexins, pseudapricus)* *Ludecia spp*, *Dihetropogon spp*, *Cassia spp (tora et occidentalea)* et beaucoup d'autres espèces non identifiées.

¹ Source : Projet Inventaire des Ressources Ligneuses, Notices des cercles de Kayes et Bafoulabé.

b) La zone d'habitation

Les zones de dégradation des berges sont hors de la ville de Bafoulabé. Elles sont localisées en amont et en aval de la ville. Le site concerne essentiellement les berges en aval. La ville en tant que chef lieu de cercle est assez équipée avec suffisamment de bâtiments administratifs le long des berges. Elle est caractérisée par une forêt galerie le long de la berge, renforcée par des plantations avec de gros pieds d'arbres à dominance *Azadirachta indica*. Le sous-bois est très fourni avec une prédominance des rejets naturels d'*Azadirachta indica*. Un glacis de dénudation avec une pente plus ou moins forte, longue de 200 m et large de 75 m s'étend entre la résidence du Préfet et la mission de l'église norvégienne. L'érosion des berges au niveau de la zone d'habitation n'est pas très remarquable. Cependant, l'intensité des activités humaines (quais, accès et autres activités) laisse présager de risques de dégradation à moyen et long terme. Les plantations au niveau de la zone d'habitation sont largement dominées par *Azadirachta indica*. Les autres espèces rencontrées sont *Khaya senegalensis*, *Cassia sieberiana*, *Delonix reasia*, *Tamarindus indica*, *Manguifera spp*, *carica gadiava*, *borassus ethiopianum*, *Ficus spp*, *Acacia spp*, *Zyziphus spp*, *Feretia canthioides*, *Bauhinia spp*, *Crateva religiosa*, *Balanites aegyptiaca*.

c) La zone de la berge et lit du fleuve

Les zones de dégradation des berges sont localisées en amont et en aval de la ville. Le site concerne la zone en aval, caractérisée par la confluence des deux fleuves. La dégradation caractéristique est la dégradation verticale en plusieurs endroits. Deux ravins dont un par rives viennent se jeter dans le fleuve avec des embouchures assez dégradées. Par ailleurs, le quai d'embarquement et de débarquement du bac sont suffisamment dégradés.

Dans la partie dégradée, les arbres viennent sous forme de touffes et/ou de pieds isolés. Sur toute la longueur des berges, les espèces rencontrées sont : *Balanites aegyptiaca*, *Zyzyphus spp*, *Caparis corumbosa*, *Balanites aegyptiaca*, *aeuphahen tebaïca*, *Tamarindus indica*, *Euphorbia balzamiphora*, *Crateva religiosa*, *Bauhinia rufecens*, *Combretum micrantum*, *Combretum gasalencea*, *Strophantus sarmatosus*, *Calotropis procera*, *Tamarindus indica*, *Ficus spp*, *Prosopis juliflora*, *Azadirachta indica*, *Celtis integrifolia*, *Cassia ciamea*, *Ficus spp*, *Les Acacia spp* (*seyal*, *albida*, *seyal*, *nilotica*, *pinnata*), *Bauhinia spp*, *Grewia spp*, *Diospiros mespiliformis*, *Combretum spp* (*lecardii*, *micrantum*), *Guiera senegalensis*, *Caparis corumbosa*, *Crateva religiosa*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Maerua angustifolia*, *Borassus ethiopianum*. Les herbacées et les graminées sont *Leptadenia astata*, *Vetivera nigriflora*, *Ludcia spp*, *chamgrus biflorus*, *Cassia tora*, *Cassia occidentalea*, *Penicetum pedicelatum*, *le wuludioloco (en bambara)* en buisson avec *boscia senegalensis*.

Photo 14 : Etat de dégradation du quai de Bafoulabé sur la rive droite



3.5. LES EXPERIENCES EN MATIERE DE LUTTE CONTRE L'EROSION DES BERGES, LA DEGRADATION DES SOLS ET LES INONDATIONS

Les actions de lutte contre l'érosion des berges et la dégradation des sols sont très souvent indissociables des mesures de prévention et de protection contre les inondations. En effet, il sort des investigations que dans tous les villages situés sur les abords immédiats du fleuve, des familles ont été obligés de se déplacer pour regagner des sites plus sécurisés afin de se protéger contre les inondations.

Les populations locales sous l'impulsion et l'appui technique des ONG ou des services techniques ont initié dans leur terroir certaines actions de lutte contre l'érosion et la dégradation des berges.

Ces actions concernent :

- Les cordons pierreux ;
- Le reboisement ;
- Les collecteurs et autres formes d'évacuation des eaux pluviales ;
- Les diguettes filtrantes et les seuils de sédimentation.

Le constat est que les dispositifs mis en place pour freiner l'érosion ou la dégradation des berges ne correspondent pas le plus souvent aux types de dégradation. La plupart des ouvrages ont fini par se dégrader ou disparaître par manque de suivi et/ou d'entretien.

En général les actions entreprises sont limitées au plan technique c'est à dire qu'elles ne traitent pas les problèmes dans leur globalité, à savoir la prise en compte et l'intégration de l'ensemble des facteurs naturels et anthropiques qui concourent à la dégradation de l'écosystème des berges.

Il existe des associations dans certains villages qui regroupent l'ensemble des villageois. Ces associations ont pu mettre en place des mesures de lutte contre l'érosion des berges, de défense - restauration des sols (DRS) avec l'appui du PGRN et réaliser des campagnes de reboisements avec l'appui de la DRCN.

La DRCN a proposé suite à la demande de certaines Communes Rurales, un contrat de reboisement avec la population. La DRCN a accordé à ces populations des parcelles de cultures, contre la plantation d'*Anacardium occidentale* (anacardier). Elle va assurer la formation des jeunes en plantation et fournir des semences. Ces actions d'agroforestérie qui sont encore timides, doivent être redynamisées.

Chaque site constituant un cas spécifique, les mesures antiérosives existantes et réalisées seront décrites par site.

3.5.1. Le site d'Ambidédi

En plus du déplacement involontaire de 80% du village pendant les 10 dernières années, le reboisement occupe une place importante parmi les mesures antiérosives et de lutte contre les inondations traditionnellement adoptées par les populations. Le quai présente également des aménagements anciens. Dans le terroir, au niveau de certains ravins menaçant la route, on peut remarquer des aménagements en gabions.

Photo 15 : Haie vive en jatropha

3.5.2. Le site de Moussala

Pas d'actions spécifiques réalisées.

3.5.3. Le site de Tambokané

En plus du déplacement involontaire, le reboisement occupe une place importante parmi les mesures antiérosives et de lutte contre les inondations traditionnellement adoptées par les populations. La plantation de neem et les gros pieds de manguiers attestent les efforts importants des populations pour lutter contre l'érosion des berges et les inondations.

3.5.4. Le site de Diakanapé

En plus du déplacement involontaire (20 à 50 familles pendant les 10 dernières années), le reboisement occupe une place importante parmi les mesures antiérosives et de lutte contre les inondations traditionnellement adoptées par les populations. Les gros pieds de neem, de manguiers et d'autres espèces végétales et nombreuses lignes de haies vives et mortes attestent les efforts importants des populations pour lutter contre l'érosion des berges et les inondations. Des barrières en sacs remplis de sable, en troncs d'arbres, des tuyaux disposés sous forme de collecteurs complètent ces mesures traditionnelles.

Photo 16 : Lutte contre l'érosion des berges et les inondations à Diakanapé

3.5.5. Le site de Samé Plantation

Le reboisement est la principale mesure antiérosive et de lutte contre les inondations traditionnellement adoptée par les populations de Samé Plantation.

3.5.6. Le site de Samé Wolof

Le terroir de Samé Wolof comporte plusieurs mesures de lutte antiérosives. Ces mesures n'ont pas encore donné les résultats escomptés. Elles sont entre autres :

- Le reboisement sous plusieurs formes (haies vives, plantations d'alignement et d'ombrage, plantations de production de gomme arabique, etc.) ;
- Les cordons pierreux réalisés avec l'appui du PGRN, du service forestier et des ONG ;
- Les tranchées de dérivation et les collecteurs réalisés généralement lors de la construction de la route internationale Kayes – Diboli.

Photo 17 : Collecteur à l'intersection de la route nationale Kayes – Diboli



3.5.7. Le site de Dar Salam Plantation

La communauté villageoise de Dar Salam Plantation a bénéficié de l'appui de PGRN pour réaliser des cordons pierreux et des seuils de sédimentation. Ces actions mécaniques ont été toujours combinées avec des opérations de reboisement en haies vives, plantation d'alignement et d'ombrage.

3.5.8. Le site de Dar Salam Samé

La communauté villageoise de Dar Salam Samé a reçu peu d'appuis en matière de lutte antiérosive et de protection des berges. Les principales réalisations dans ce domaine se résument en :

- Des haies vives dans le terroir dans un objectif de protection et de délimitation des champs ;
- Des plantations d'alignement et d'ombrage.

3.5.9. Le site de Somakidy village

Le village de Somakidy Koro a fait des efforts énormes en matière de réalisation de haies vives, mais les autres mesures antiérosives sont rares.

Photo 18 : Haie vives dEuphorbia balzamiphera à Somakidy village



3.5.10. Le site de Somakidy coura

La population de Somakidy coura a fourni d'énormes efforts en termes de protection des berges et de l'environnement à travers des plantations, des collecteurs, des seuils de sédimentation, etc.

3.5.11. Le site de Bangassi

La communauté villageoise de Bangassi a bénéficié de peu d'appuis techniques notamment du PGRN pour réaliser des mesures antiérosives qui sont rares dans le terroir. Des actions de reboisement qui ne sont forcément pas réalisées avec un objectif préalablement fixé de protection des berges, sont assez rependues.

3.5.12. Le site de Diakalel

Les populations de Diakalel souffrent beaucoup de l'érosion des berges et demeurent de nos jours très menacées. Beaucoup d'efforts ont été fait pour atténuer les effets néfastes du phénomène sans y parvenir. Des cordons pierreux sont réalisés sur le glacis pour protéger l'école et les autres infrastructures, le village et le fleuve. Des banquettes en sacs remplis de sables sont réalisées aux « têtes de proue » de certains ravins pour empêcher leur progression ou pour faciliter les traversées des ravins. Des plantations sont également réalisées notamment dans les zones d'habitation et des berges.

Photo 19 : Cordons pierreux et banquettes en sacs remplis de sable à Diakalel



3.5.13. Le site de Saboussiré

Les populations de Saboussiré souffrent beaucoup de l'érosion des berges. Certaines familles ont été amenées à se déplacer et à se réinstaller dans des sites plus sécurisés. Cependant, elles n'ont pas une conscience assez poussée du danger, ce qui explique que seules des actions mineures ont été réalisées pour atténuer les effets néfastes du phénomène. Ces actions se résument en des reboisements qui sont généralement réalisés avec des objectifs de protection et de délimitation des champs, d'ombrage et d'alignement qui prennent peu en compte la protection des berges.

3.5.14. Le site de Kakoulou

La communauté villageoise de Kakoulou a fourni de gros efforts pour lutter contre l'érosion des berges et se protéger contre les inondations. Elle a souvent bénéficié de l'appui de partenaires techniques et financiers (église norvégienne, PGRN, etc.). Ces efforts ont été dominés par la plantation d'arbres. Aussi, les populations ont très souvent usé de barrières en troncs d'arbres, en sacs remplis de sable et réalisé des cordons pierreux et des seuils de sédimentation. Ces actions mécaniques ont été toujours combinées avec des opérations de reboisement en haies vives, plantations d'alignement et d'ombrage.

3.5.15. Le site de Maloum

Les travaux réalisés par les populations en collaboration avec le PGRN ont permis de maîtriser les phénomènes d'érosion et de dégradation des sols et des berges. Cependant, il importe de consolider les acquis.

3.5.16. Le site de Denguirai

Les populations et les activités socio-économiques de Denguirai sont assez affectées par l'érosion des berges. Certaines familles ont été amenées à se déplacer et à se réinstaller dans des sites plus sécurisés. L'action dominante de lutte contre le phénomène est l'existence de la forêt classée. A cela, il faut ajouter les haies vives, les plantations diverses, etc.

3.5.17. Le site Bafoulabé

Le terroir de Bafoulabé comporte plusieurs mesures de lutte antiérosives. Ces mesures n'ont pas encore donné les résultats escomptés par rapport à un objectif de protection des berges. Certaines actions ont été entreprises pour faciliter l'accès et la traversée du fleuve et d'autres pour lutter contre les inondations. Elles sont entre autres :

- Le reboisement sous plusieurs formes (haies vives, plantations d'alignement et d'ombrage, plantations champêtres et de production de produits forestiers, etc.) ;
- Les cordons pierreux réalisés avec l'appui du PGRN, du service forestier et des ONG;
- Les tranchées de dérivation et les collecteurs réalisés généralement dans le cadre de l'assainissement de la ville;
- Des barrières en sacs remplis de sable et/ou en branches et troncs d'arbres;
- Des aménagements de quais avec des collecteurs.

Photo 20 : Etat du collecteur et plantations dans la ville de Bafoulabé



4. LES SCHEMAS ET SCENARIO D'AMENAGEMENT

Les actions proposées sont d'ordres mécaniques, biologiques, et de renforcement des capacités dans une dynamique de complémentarité, étant donné qu'aucune forme d'actions prise individuellement ne peut permettre d'atteindre les objectifs escomptés.

Les aménagements d'ordre mécaniques sont diverses et de complexités variables, certains nécessitant des études techniques plus poussées. Les aménagements mécaniques peuvent être classés en deux catégories : (i) les aménagements mécaniques de défense et restauration des sols (DRS), conservation des eaux et des sols (CES) ; (ii) les aménagements d'ouvrages au niveau des zones d'activités humaines le long du fleuve pour assurer la protection des berges et l'accès au fleuve.

4.1. LES ETUDES TECHNIQUES DE BASE

4.1.1. Les études topographiques

Les levés ont été réalisés à l'échelle 1/1000 pour les profils en travers des berges de part et d'autre des points d'accès au fleuve et les 1/500 suivant les cas. Ces travaux se sont déroulés selon le schéma suivant:

- Exécution d'un cheminement polygonal qui forme l'ossature du levé topographique ;
- Implantation des bornes de quadrillage ;
- Réalisation des levés topographiques à l'aide de deux GPS différentiels ;
- Traitement des données recueillies et production d'un fond de plan topographique.

Ces levés ont permis de représenter les éléments caractéristiques de la planimétrie (les rails, zones de ruissellement, villages et ouvrages existants, etc.). Un plan topographique avec courbes de niveau tous les 25 cm est fourni en annexe.

Aux points d'accès au fleuve : des profils en travers en long et en large ont été réalisés au niveau de chaque point d'accès de manière à avoir maximum de détails pour les besoins de l'étude.

Photo 21 : Point d'accès au fleuve à Ambidedi et Samé plantation



Les berges tout au long du village : des profils en travers ont été réalisés de manière à envelopper l'emprise du village, un travers commence du fleuve et se limite au bord des villages.

Au niveau des zones de dégradation accentuées : les levés des zones de dégradation accentuées ont concernés le levé des bordures et la réalisation des différents travers de manière à couvrir l'ensemble de la zone.

Le bornage : des bornes ont été implantées sur chaque site, elles serviront de repère pour l'entreprise pour la réalisation des travaux. Le tableau ci-après répertorie l'ensemble des bornes implantées avec leurs coordonnées.

Photo 22 : Lève topographique de zone de dégradation avec des ravins site Ambidedi



Les travaux topographiques ont permis d'avoir les informations suivantes pour le dimensionnement des ouvrages de protection des berges :

- Hauteur maximale des berges : 13,50 m
- Hauteur minimale des berges : 4,00 m

- Hauteur moyenne des berges : 8,20 m (projet)
- Largeur moyenne des berges : 40,80 m

Tableau 5: Bornes topographiques implantées sur les sites

Nom	Description	Est	Nord	Altitude	SITES
1	ECHELL 060	199821,886	1614902,859	70,3120	AMBIDEDI
2	ECHELL 080	199824,054	1614899,487	72,280	AMBIDEDI
3	B14-OMVS	199831,605	1614898,215	73,770	AMBIDEDI
4	B07	207128,139	1613218,561	75,587	MOUSSALA
5	B08	213416,548	1612336,057	77,609	TAMBOKANE
6	B06	218798,391	1608572,929	77,451	DIAKANAPE
7	B04	218835,703	1609272,861	76,774	SOMAKIDI VILLAGE
8	B15	221003,824	1605357,262	70,638	SAME PLANTATION
9	B16	221385,695	1605566,863	68,614	SOMAKIDI COURA
10	B05	223272,773	1603009,688	74,051	SAME OUOLOF
11	B03	226339,050	1602835,313	69,868	DAR SALAM SAME
12	B14	226512,613	1602243,444	76,138	DAR SALAM PLANTATION
13	B01	229633,737	1602966,401	68,844	BANGASSI
14	B02	234843,628	1600675,040	80,690	DIAKALEL
15	B11	254012,697	1584466,596	97,296	SABOUSSIRE
16	B12	255588,625	1579681,750	102,867	KAKOUKOU
17	B13	257789,478	1568471,489	96,069	DENGUERA
18	B18	302269,742	1527365,188	141,085	BAFOULABE RG
19	B17	302834,529	1528036,911	141,946	BAFOULABE RD

4.1.2. Les études hydrologiques

a) Méthodologie de l'étude

Le but de cette étude est de déterminer pour la zone d'étude les hauteurs maximale et minimale des eaux pour la réalisation des ouvrages de protection des berges ainsi que l'estimation des crues de projet qui permettront de dimensionner les différents ouvrages hydrauliques au niveau des bassins versants des cours d'eau non pérennes drainant leurs eaux dans le fleuve Sénégal. Pour cela, les données suivantes ont été recueillies :

- Les données hydrologiques : hauteurs d'eau maximales et minimales des stations hydrologiques sur le tronçon du fleuve concernés par les travaux ;
- Les données pluviométriques (pluies moyennes annuelles) pour la détermination des crues de projet des ours d'eau non pérennes ;
- Les cartes IGM au 1/200 000e de Kayes et Bafoulabé.

b) Etudes statistiques des cotes des plans d'eau

Pour déterminer les hauteurs de projet du plan d'eau dans le but du dimensionnement des digues de protection des berges, il est nécessaire de faire un traitement statistique. Ce traitement a lieu avec les cotes maximales et minimales journalières du plan d'eau dans les différentes stations hydrologiques sur le tronçon. La loi de Gumbel connue sous le nom de la loi des valeurs extrême et la loi statistique la plus appropriée pour le traitement des données recueillies.

Cette loi correspond à une fonction de répartition de la forme suivante :

$$F(x) = \exp \{ - \exp [-a(x-x_0)] \}$$

Où : a et x_0 constituent les paramètres de la loi.

A partir des données des valeurs extrêmes des hauteurs d'eau recueillies à la DNH sur toutes les périodes disponibles, en utilisant cette loi de Gumbel pour le traitement statistique, on a obtenu les résultats qui font l'objet du tableau suivant :

Tableau 6: Cotes du plan d'eau (en mètres) du fleuve Sénégal aux différentes stations pour différentes périodes de retour

Période de retour (ans)	Ambidedi		Kayes		Gouina		Galougo		Mahina		Oualia	
	Hmax	Hmin	Hmax	Hmin	Hmax	Hmin	Hmax	Hmin	Hmax	Hmin	Hmax	Hmin
10	28,19	19,62	30,85	20,94	55,34	48,56	28,19	19,62	30,85	20,94	55,34	48,56
20	29,47	20,12	32,04	21,35	56,33	48,88	29,47	20,12	32,04	21,35	56,33	48,88
50	31,11	20,76	33,58	21,88	57,61	49,30	31,11	20,76	33,58	21,88	57,61	49,30
100	32,35	21,24	34,74	22,27	80,97	71,04	58,57	49,61	120,12	108,94	94,87	91,73

c) Estimation des crues de projet des bassins versants

Par définition, un bassin versant d'un cours d'eau en un point donné, est l'aire limitée par le contour à l'intérieur duquel, toute eau précipitée se dirige vers ce point.

En prenant comme limites des bassins versants les crêtes (bassin versant topographiques), on les a délimités dans le but de la détermination des crues de projet à partir des caractéristiques morphologiques ainsi que des pluviométries moyennes annuelles déterminées. Il s'agit pour chaque bassin versant de :

- la superficie ;
- la longueur et la largeur du rectangle équivalent ;
- l'indice de compacité ;
- la pente moyenne ;
- la pluviométrie moyenne annuelle.

Pour l'estimation des crues de projet des bassins versants sans suivi hydrologique, il existe différentes méthodes parmi lesquelles, celles mises au point par l'ORSTOM (RODIER – AUVRAY) et le CIEH (PUEH – CHABI – GONNI). Si les méthodes ORSTOM sont des

méthodes déterministes, celle du CIEH, basée sur des régressions multiples est une méthode statistique applicable sans intervention de terrain.

L'utilisation de la méthode ORSTOM requiert les paramètres suivants :

- La superficie du bassin versant (S) ;
- Les classes de relief (R) et de perméabilité (P) ;
- La précipitation décennale (P10) ;
- Le coefficient d'abattement (K) ;
- Le temps de base.

Tableau 7: Caractéristiques morphologiques des bassins versants

No B.V.	Site	S, km ²	P, km	Kc	L, km	Hmax (m)	Hmin (m)	Hmax-Hmin (m)	Ig
1	Ambidedi en RG (Ecole)	792	126	1,25	45,65	300	30	270	0,00591
2	Ambidedi en RG	112	45	1,19	15,07	60	31	29	0,00192
3	Tanbonkane en RG	125	46	1,15	14,17	140	32	108	0,00762
4	Diakanape en RG	135	50	1,20	17,10	300	33	267	0,01562
5	Same en RG	58	36	1,32	13,80	300	35	265	0,01920
6	Samankidi Coura en RD	37	28	1,29	10,51	50	35	15	0,00143
7	Bangassi en RD	162	52	1,14	15,61	80	36	44	0,00282
8	Kayes (Mali) en RD	110	44	1,18	14,37	80	43	37	0,00258
9	Kayes Amont en RG	320	94	1,47	38,72	350	35	315	0,00813
10	Djimekoun en RD	11	14	1,19	4,70	100	50	50	0,01064
11	Maloum en RD	20	18	1,12	4,92	155	55	100	0,02034
12	Bafoulabe en RD	77	36	1,15	10,94	230	108	122	0,01115
13	Bafoulabe en RG	6	10	1,13	2,77	108	101	7	0,00253
14	Kakoulou en RG	76	44	1,42	17,73	320	60	260	0,01466
15	Saboussere en RG	14	18	1,35	7,02	110	50	60	0,00855
16	Dinguira-Logo en RG	46	28	1,16	8,75	230	65	165	0,01886
17	Dinguira-Almamia RD	97	45	1,28	16,66	280	70	210	0,01261

Il faut noter que cette méthode prend mieux en compte les particularités du bassin, mais la classe de perméabilité et le temps de base restent délicats à chiffrer sans observations de terrain.

Pour la méthode CIEH, il faut disposer des données suivantes :

- La superficie (S) ;
- L'indice global de pente (Ig) ;
- La pluviométrie moyenne annuelle.

La formule d'estimation de la crue de projet par la méthode CIEH est la suivante :

$$Q_{10} = 131 * S^{0,68} * Ig^{0,56} * Pan^{-0,68}$$

Où :

- Q10 – débit décennal de crue en m^3/s ;
- S – superficie du bassin versant en km^2 ;
- Ig – indice global de pente ;
- Pan – pluviométrie moyenne annuelle.

Vu la disponibilité des données, c'est la méthode du CIEH qui a été utilisée. Les résultats de ces calculs sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 8: Débits décennaux et de projet des bassins versants

No B.V.	Site	S, km^2	Ig	Pan, mm	Q10, m^3/s	Qp, m^3/s
1	Ambidedi en RG (Ecole)	792	0,00591	600	8,94	17,9
2	Ambidedi en RG	112	0,00192	600	1,26	2,52
3	Tanbonkane en RG	125	0,00762	600	2,94	5,88
4	Diakanape en RG	135	0,01562	600	4,63	9,26
5	Same en RG	58	0,01920	600	2,92	5,84
6	Samankidi Coura en RD	37	0,00143	600	0,50	1,00
7	Bangassi en RD	162	0,00282	600	2,01	4,02
8	Kayes (Mali) en RD	110	0,00258	600	1,46	2,93
9	Kayes Amont en RG	320	0,00813	600	5,78	11,6
10	Djimekoun en RD	11	0,01064	600	0,67	1,34
11	Maloum en RD	20	0,02034	600	1,47	2,94
12	Bafoulabe en RD	77	0,01115	800	2,15	4,31
13	Bafoulabe en RG	6	0,00253	800	0,17	0,34
14	Kakoulou en RG	76	0,01466	600	3,01	6,02
15	Saboussere en RG	14	0,00855	600	0,70	1,41
16	Dinguira-Logo en RG	46	0,01886	600	2,47	4,94
17	Dinguira-Almamia RD	97	0,01261	600	3,28	6,57

Pour la réalisation des infrastructures de protection des berges, il faudra maintenir des cotes de période de retour égal à 20 ans. Quant aux ouvrages permettant de drainer les eaux des cours d'eau non pérennes au fleuve Sénégal on peut utiliser les débits de projet estimés à partir des débits de fréquence décennale. Ces valeurs sont données pour chaque tronçon des sites dans le tableau ci-dessus.

4.1.3. Etudes géotechniques

Les études géotechniques concernent : (i) les collectes d'informations permettant de réaliser les calculs de fondations (capacité de portance des sols) pour les ouvrages projetés ; (ii) la recherche de carrières (latérites et granulats pour béton) et l'estimation de leur puissance.

Ces études seront conduites en phase 2 de l'étude (APD) lorsque les types d'ouvrages à construire seront connus à l'issue de l'atelier de validation du présent rapport.

4.1.4. Etudes environnementales

La présente phase a permis d'établir un diagnostic environnement et forestier, ce qui a permis d'établir les différentes formes de dégradations. Dans la seconde phase, une étude

environnementale détaillée sera conduite sur la variante retenue. Cette étude sera complétée par des consultations publiques.

4.2. LES OUVRAGES DE PROTECTION DES BERGES PROJETES

Dans les études techniques nous nous intéresserons essentiellement aux ouvrages mécaniques projetés en vue de la protection des berges au niveau des points d'accès. Ces ouvrages se classent en :

- Murs de soutènement en béton armé et/ou en gabion ;
- Ouvrages d'accès : les descentes en gradins ;
- Ouvrages d'accostage ;
- Protections en enrochements.

Les différents types d'aménagement mécanique prévus pour l'étude sont : des descentes en gradin, des plates formes, des murs de soutènement, des enrochements, des seuils de sédimentation et des cordons pierrées. Sur chaque site ou village, ces ouvrages seront construits sur un linéaire de manière à couvrir l'emprise de tout le village. Il sera réalisé un (01) à cinq (05) points d'accès au fleuve selon la taille du village et le reste non couvert par les points d'accès sera aménagé en enrochement.

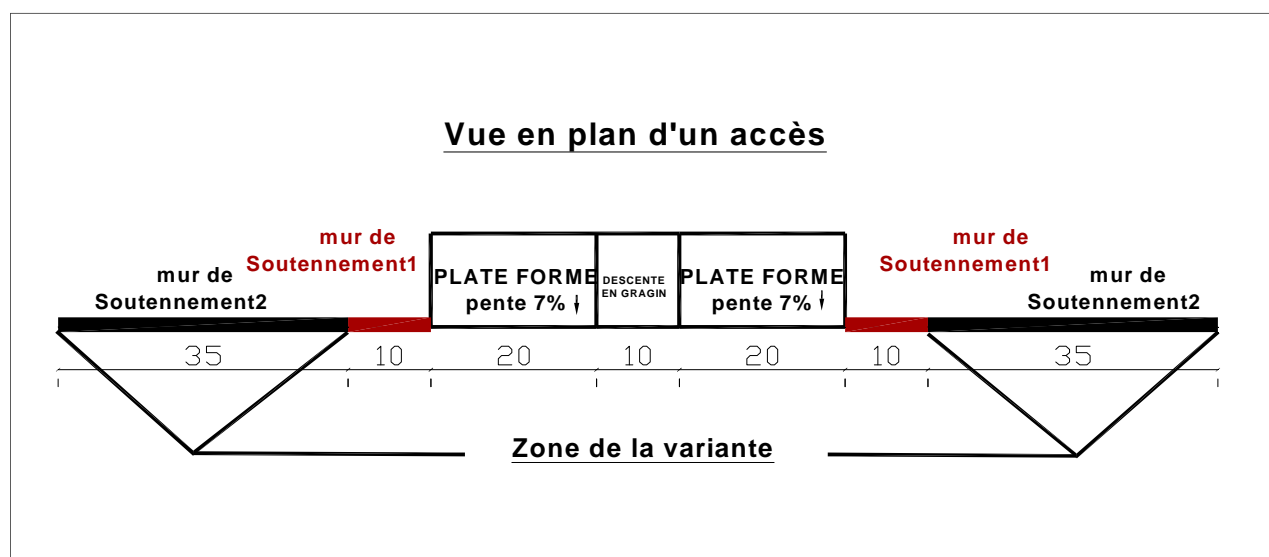
Un point d'accès comprend : (i) une descente en gradin de 10m de large, (ii) une plate forme en béton armé de 20m de large de part et d'autre du gradin, (iii) avec un prolongement en mur de soutènement sur 45m de part et d'autre de la plate forme.

Chaque point d'accès aura une emprise totale de 140m. Le schéma est donné ci-dessous.

En plus de l'emprise des villages d'Ambidedi un enrochement est prévu sur une longueur de 1000m qui seront repartis sur les berges des parties dégradées.

Les seuils de sédimentation sont envisagés au niveau de grands ravinements, ils concernent Ambidedi, Samé plantation, Samé Ouolof, Dar Salam plantation, Diakalel, Saboussiré et Kakoulou (le détail est donné dans le chapitre actions de DRS/CES).

Schéma 5 : Schéma type d'aménagement de point d'accès au fleuve



Le tableau ci-dessous récapitule le nombre de point d'accès à réaliser par site.

Tableau 9: Situation des points d'accès par village

Sites	Longueur emprise du village	Aménagement accès fleuve					Enrochement
		Accès	descente en gradin	plate forme	Mur de soutènement1	Mur de soutènement2	
	(m)	unité	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)
Ambidedi	3 440	5	50	200	100	350	2 740
Moussala	570	1	10	40	20	70	430
Tambokané	570	1	10	40	20	70	430
Diakanapé	670	1	10	40	20	70	530
Somakidi Village	670	1	10	40	20	70	530
Somakidi Coura	420	1	10	40	20	70	280
Samé Plantation	790	2	20	80	40	140	510
Samé Ouolof	1 840	2	20	80	40	140	1 560
Dar Salam Plantation	690	1	10	40	20	70	550
Dar Salam Samé	470	1	10	40	20	70	330
Bangassi	940	2	20	80	40	140	660
Diakalel	1 500	2	20	80	40	700	660
Saboussiré	1 040	2	20	80	40	140	760
Kakoulou	740	2	20	80	40	140	460
Denguera	370	1	10	40	20	70	230
Maloum	-	-	-	-	-	-	-
Bafoulabé	200	2	20	80	-	-	100
Total	14 920	27	270	1080	500	2310	10760

NB : Ce tableau a été actualisé à la suite de l'atelier de validation.

4.2.1. Les ouvrages de soutènement

Les ouvrages de soutènement sont envisagés et font partis des aménagements des accès au fleuve. Ils concernent les murs de soutènement estimés à 90m de large par accès et repartis en deux linéaires différents de 20 et 70 ml (cf. schéma ci-dessus).

Les 20m de linéaires (mur soutènement n°1) serviront de fixation et de stabilisation des plateformes, ce mur de soutènement sera réalisé spécifiquement en béton armé.

Les 70m de linéaires de mur soutènement (mur n°2) seront réalisés soit en béton armé, soit en gabion, soit en enrochements. Chaque de ces variantes fera l'objet de deux options : mur de soutènement unique ou mur de soutènement à deux (02) niveaux.

4.2.2. Description des variantes

Trois (03) variantes d'aménagement sont proposées par le consultant :

- Variante 1 : le mur de soutènement n°2 est réalisé en Béton armé ;
- Variante 2 : le mur de soutènement n°2 est réalisés en gabion ;
- Variante 3 : Pas de mur de soutènement n°2, il est remplacé par des protections en enrochements qui occupent déjà l'emprise restante de tout le village.

L'ensemble des trois variantes s'appliquent sur les options selon que nous soyons à des situations de mur unique ou de mur à deux niveaux.

N.B : A la suite de l'atelier la variante 2 de l'option mur à deux niveaux a été validée.

a) Aménagement communs à toutes les variantes

Quelque soit la variante d'aménagement du point d'accès, les descentes en gradins, les plateformes et les murs de soutènement n°1 seront construits en béton armé. La différence entre les variantes se situera uniquement au niveau de la construction des murs de soutènement n°2 qui selon les variantes seront soit en béton armé, soit en gabions, soit en enrochement.

b) Variante 1 - Les murs de soutènement en béton armé

Principes de conception

Le calcul détaillé du béton armé ne pouvant se faire en l'absence de données plus détaillées sur la configuration des sites à aménager, seule la démarche globale de conception sera annoncée.

Données de base

Les données de base à collecter avant la conception des ouvrages portent sur : (i) les caractéristiques géométriques du mur et du terrain (hauteur depuis la fondation, hauteur du remblai après l'ouvrage, longueur et angle du talus du remblai au dessus du mur, hauteur d'eau en avant l'ouvrage en cas de présence d'une nappe) ; (ii) les caractéristiques mécaniques et physiques du remblai (poids volumique, angle de frottement interne) ; (iii) les caractéristiques mécaniques et physiques du sol de fondation (pression limite admissible,

cohésion, angle de frottement interne); (iv) les charges d'exploitation ; (v) la résistance caractéristique du béton et (iv) le degré de gravité de la fissuration.

La connaissance de ces données devra être complétée par celles concernant les caractéristiques géométriques du voile et de la semelle. A la suite des calculs préliminaires, les sections des armatures sont déterminées.

Formes de l'ouvrage

Il existe plusieurs formes de murs en béton armé. La forme la plus classique est le mur en « T renversé ». Cette forme, classée économique pour les hauteurs inférieures à 6 m sera privilégiée par rapport au mur poids.

Pour assurer une meilleure stabilité de l'ouvrage au glissement, il est recommandé de disposer une bêche à l'avant ou à l'arrière de la semelle ou parfois en prolongement du voile. La disposition la plus conseillée consiste à placer la bêche à l'arrière de la semelle (en dessous du remblai).

Lorsque la hauteur du mur devient importante, il est conseillé de disposer des contreforts en avant ou à l'arrière du voile. Cette disposition a été adoptée le long des berges du fleuve au niveau de Kayes, un mur déjà réalisé dispose d'un contrefort à l'avant (entre le mur et le plan d'eau).

Démarche de conception

La démarche de conception se fera selon les étapes suivantes :

- Pré dimensionnement de l'ouvrage avec la détermination des caractéristiques géométriques;
- Calcul des poussées sur l'écran fictif (à déterminer) ;
- Justification de la stabilité externe par une série de vérification portant sur le non-poinçonnement du terrain d'assise, le non-glissement sur la base, le non basculement de l'ouvrage (notamment en présence de terrain rocheux), la vérification des tassements ;
- Justification de la résistance intrinsèque de l'ouvrage par le calcul des poussées et la détermination des armatures sur la base de vérification de la contrainte du béton.

Les principes de pré dimensionnement

Caractéristiques de forme

Le schéma suivant indique les règles simplifiées de détermination des caractéristiques de forme des murs-cantilever courants réalisés en béton armé. La section de l'ouvrage ainsi que les volume unitaire de béton utilisés dans la détermination des coûts des ouvrages ont été déterminés sur cette base, dans l'attente des résultats des calculs détaillés.

Epaisseurs

Pour l'épaisseur du bord supérieur du mur, il est conseillé d'adopter 20 cm pour les murs de hauteur inférieure à 6 m et de 30 cm pour les murs de plus de 6 m. Par ailleurs, les épaisseurs de la base du mur et de la semelle sont prises égales. Ces valeurs sont considérées comme minimales, une majoration est souvent adoptée lors de la détermination des armatures.

Les dimensions de la semelle sont indiquées approximativement dans le schéma ci-dessus, leur détermination précise est possible après la définition des paramètres suivants:

- La pression limite admissible du sol de fondation correspondant à l'état limite arrêté;
- La hauteur du mur ;

- L'angle de frottement interne du remblai ;
- Le coefficient de frottement admissible sol-béton.

Des abaques permettant de déterminer les 2 éléments de la fondation (le patin et la semelle) existent et seront utilisées pour vérifier les résultats du dimensionnement basé sur la connaissance des données de base mentionnées ci dessus.

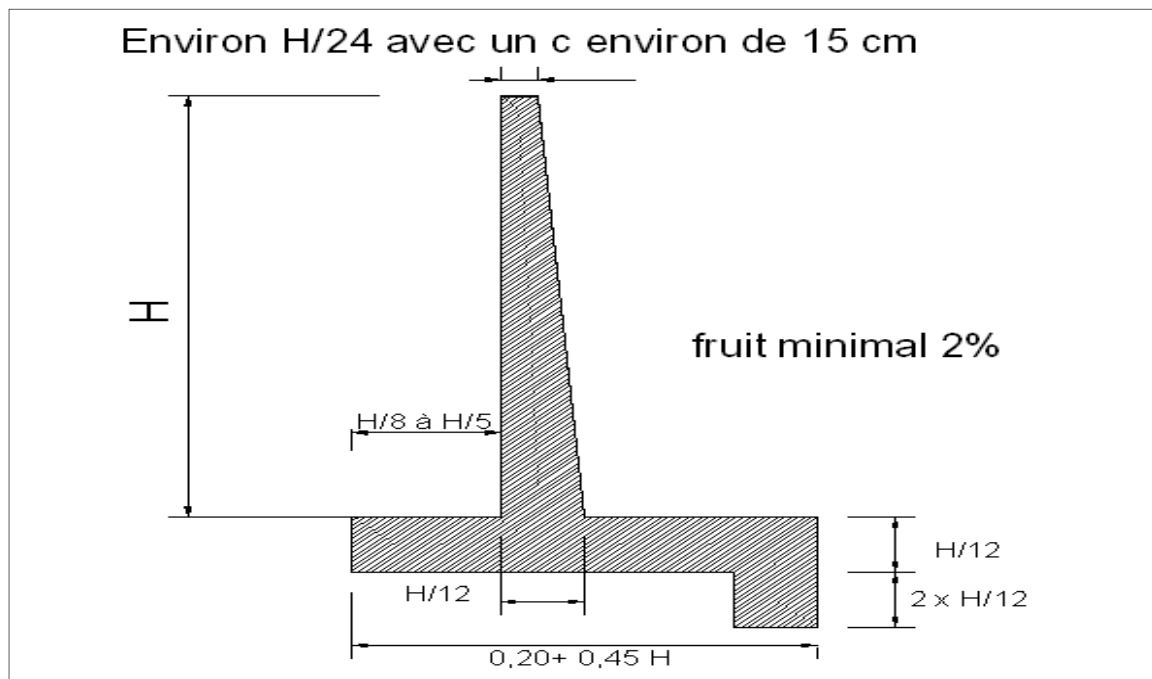
Les mesures de protection

La réalisation d'un enrochement de protection peut être envisagée au pied du mur. De plus, la réalisation d'un dispositif de drainage peut être intégrée au remblai situé avant l'ouvrage en vue d'évacuer les eaux infiltrées et ruisselées.

Les spécifications pour les ouvrages en béton armé

L'exécution des ouvrages en béton armé se fera en respect des normes en vigueur notamment celle concernant les matériaux (agrégats pour béton armé), le ciment, l'eau de gâchage, l'acier pour béton armé et le coffrage. Les spécifications techniques seront détaillées dans le dossier d'appel d'offres.

Schéma 6 : Schéma de mur de soutènement en béton



c) Variante 2 - les murs de soutènement en gabions

Principes de conception

Ce chapitre aborde brièvement les principes et base de conception et de calcul des murs de soutènement en gabion.

Données de base

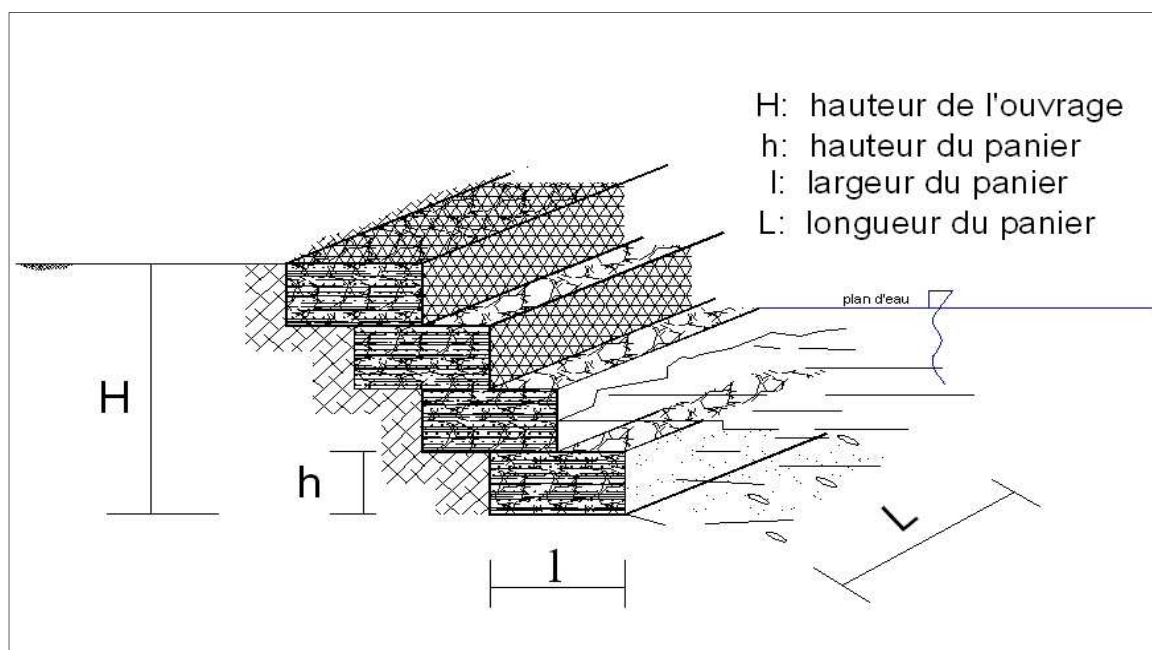
En plus des données de base indispensables à la conception des ouvrages de soutènement, il conviendrait de préciser les caractéristiques du matériau à utiliser pour le remplissage des

cages. Par ailleurs, plusieurs études préalables sont indispensables au dimensionnement correct de l'ouvrage :

- Une étude hydraulique et hydrologique du cours d'eau ;
- Une étude géotechnique de la berge en vue de déterminer la qualité du sol de fondation.

La pertinence de ces études complémentaires est aussi fonction de la fréquentation des berges (avec la possibilité de réaliser des aménagements paysagers en surface) et de l'existence d'infrastructures. Dans ce cas, les données concernant la stabilité de l'ouvrage seront précisément déterminées.

Schéma 7 : Schéma de mur de soutènement en gabion



Formes de l'ouvrage

A l'image des murs en béton armé, il existe une diversité de formes d'ouvrages en gabion destinés à la protection des berges. La forme de base adoptée dans la présente analyse concerne le mur vertical, qui pour des raisons économiques et financières, offre une meilleure faisabilité.

Cependant, cette option a l'inconvénient de présenter une moins bonne stabilité, nécessitant un dispositif d'ancrage spécifique dont la description est donnée ci-après. La méthodologie de réalisation de cet ouvrage est succinctement décrite dans les chapitres suivants.

La forme de base sera le mur vertical dont le profil est illustré par le schéma suivant. Une faible inclinaison peut être adoptée pour renforcer la stabilité de l'ouvrage. Aussi, l'option de base peut être déclinée en escalier de largeur égale à celle de la cage (1 m).

Le traitement de la base de l'ouvrage se fera en fonction des configurations rencontrées. La forme et les dispositions géométriques finales résulteront des études complémentaires à réaliser. Il est envisageable d'élargir la base et d'adopter un profil triangulaire en vue de

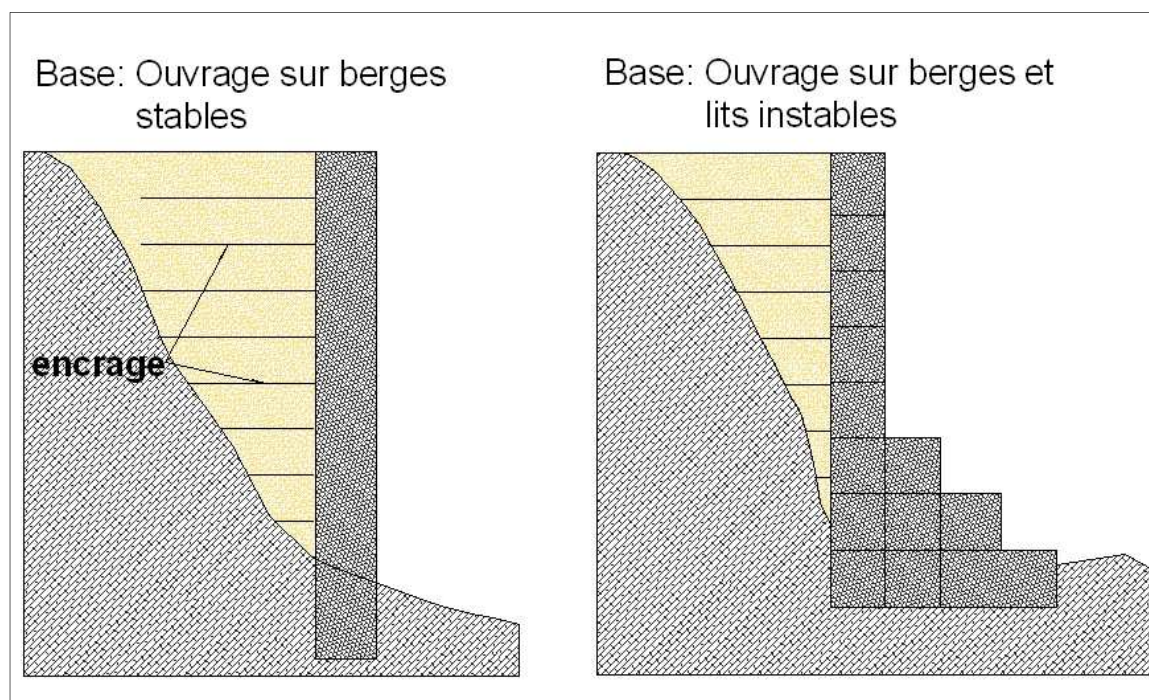
renforcer la stabilité de l'ouvrage. La mise en œuvre de cette option restera marginale et devra être pleinement justifiée. La réalisation d'ouvrage vertical sur d'importantes hauteurs (supérieures à 10 m) subissant d'importantes contraintes reste maîtrisée dans la sous-région.

Les principes de pré dimensionnement

Les dimensions de l'ouvrage sont tributaires des dimensions de base des cages de gabions. Pour le cas de la zone d'intervention, les gabions seront des éléments cubiques de 1 m de côté. Pour la fondation les dimensions des cages peuvent atteindre 2x1x1 m et les formes cylindriques pour les éléments immergés.

Pour les berges à fonds mobiles, l'utilisation de matelas RENO d'épaisseur 20 cm comme base de la fondation est envisageable. La largeur et la longueur seront variables et dépendront des caractéristiques géométriques des lits.

Schéma 8 : Schéma de mur de soutènement vertical en gabion



Structure

Les gabions en cage d'une largeur de 0,50 ou 1,00 m et d'une longueur de 1,00 – 3,00 m (voire exceptionnellement 4,00 m) doivent être entièrement repliables et pré assemblés en usine. Composés de parois treillis métallique électro-soudé de haute résistance, la maille sera de forme carrée ou hexagonale de section de type 60, 80 ou 100. Le treillis est réalisé avec du fil à haute teneur en carbone, d'épaisseur comprise entre 2,8 et 4,5 mm. Le fil est traité anti corrosion par revêtement efficace garantissant parfois une longévité de 60 ans. Compte tenu de la nature agressive du milieu, le fil est renforcé par revêtement PVC pouvant porter la longévité de la structure.

L'assemblage des différents éléments se fait par spirale multi vrilles en acier inoxydable (3 vrilles par maille de 76,2 mm, soit 39 points d'attache par mètre linéaire). Ce système d'assemblage permet d'avoir un mur monolithe sur toute sa longueur car tous les gabions sont fixés entre eux. Ce système d'assemblage évite des joints entre les gabions. Ces spirales

protègent également les parties saillantes du treillis, et apportent une sécurité contre d'éventuelles blessures ce qui s'avère très important dans les lieux publics. De par sa rigidité, la structure une fois dépliée est prête au remplissage et ne nécessite aucun arrimage.

La jonction des gabions est faite à l'avant et à l'arrière en croisant les 2 spirales verticales l'une dans l'autre pour les maintenir à l'aide d'une tige métallique rigide. Les gabions ont une résistance et une souplesse suffisantes pour s'adapter à de légers mouvements et aux variations du sol en cas de tassement ou d'affaissement.

Moellons de remplissage

Le remplissage des cages sera réalisé soit avec des blocs ou moellons de latérite, soit avec des blocs ou moellons de basalte de caractéristiques équivalentes. Il est recommandé d'éviter les matériaux roulés car ceux-ci ne se calent pas entre eux.

La plus petite dimension ne sera pas inférieure à 0,20 m et la plus grande dimension ne sera pas supérieure à 0,40. Les cages métalliques pour gabions seront réalisées en grillage Terramesh.

Les ouvrages en gabions ne nécessitent pas de fondations particulières. L'interposition d'un géotextile sous les gabions ou à l'arrière de l'ouvrage permet d'éviter la migration des fines au travers de celui-ci.

Une membrane géotextile sera disposée entre le gabion et le remblai. Cette disposition est exigée en vue d'éviter les pertes de matériaux, tout en assurant une perméabilité de l'ouvrage, évitant ainsi une pression supplémentaire en cas de présence d'une nappe d'eau.

Les géotextiles utilisés sur le chantier seront des géotextiles non tissés aiguilletés de filaments continus en polypropylène et répondront aux spécifications en vigueur qui seront reprises et détaillées dans le dossier d'appel d'offres.

Mise en œuvre du gabion

Avant la mise en place des gabions, le terrain sera nivelé et dressé aux engins, afin de permettre une bonne assise. Il est recommandé de prévoir pour la pose du premier rang, une assise nivelée, compactée et inclinée selon les besoins. La mise en œuvre du gabion se fera selon les 4 principales étapes suivantes :

- Ouverture des fardeaux et dépliage des cages : cette opération se fera sur une surface plane et dure. Elle consiste à relever la face avant, les côtés puis la face arrière et à les attacher ensemble au moyen des extrémités des barrettes puis à mi-hauteur avec une agrafe ou une attache en fil. La même opération sera répétée avec les diaphragmes et les ligaturer aux faces avant et arrière ;
- Transport et mise en place définitive des cages montées et assemblage entre elles (bien solidariser les gabions entre eux sur toutes les arrêtes communes). L'alignement des cages sera particulièrement soigné ;
- Le remplissage peut se faire à la pelle mécanique, en prenant soin de garder la dernière cellule vide afin de faciliter la ligature de la cage suivante. Pour avoir un parement plus soigné et éviter les déformations, procéder à l'arrangement manuel du parement vu. Les plus gros moellons seront placés à la périphérie, les plus petits à l'intérieur. Ils seront fermés et reliés entre eux par de fortes ligatures de fil d'acier galvanisé, de diamètre et de qualité identiques à ceux du fil utilisé pour la confection des gabions. Les gabions

seront montés et appliqués, lors de leur remplissage, aux gabions voisins déjà achevés. Une fois terminé, le nouveau gabion sera ligaturé avec ceux déjà en place et qui le jouxtent ;

- Mise en place des cages et fixation des couvercles (au terme du remplissage des cages).

Mise en œuvre du géotextile

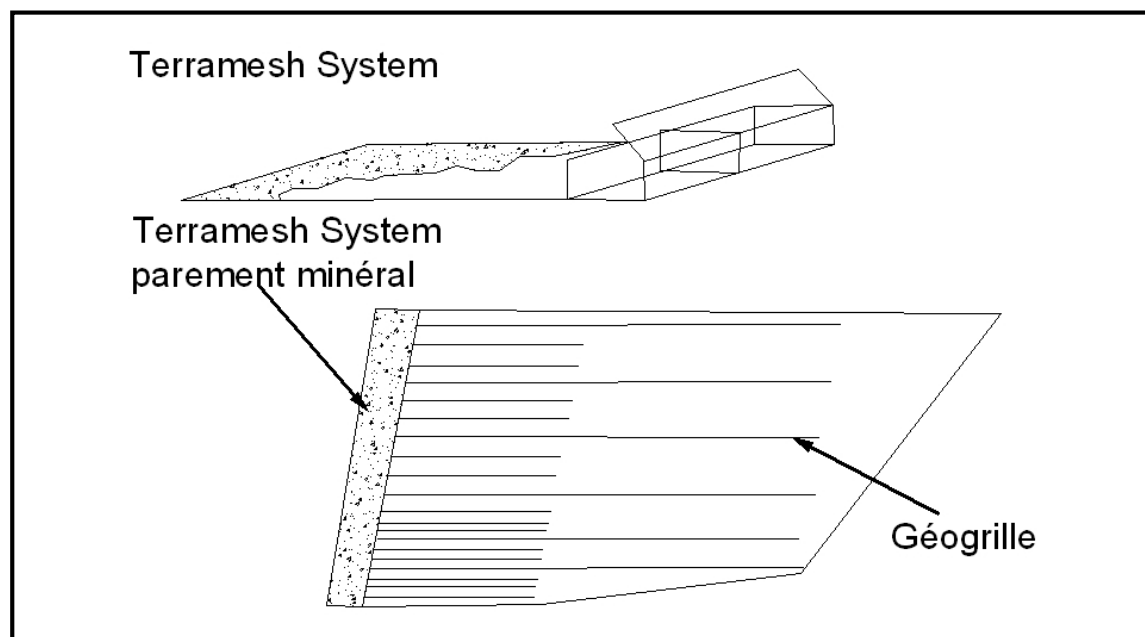
La mise en œuvre du tapis de géotextile ne doit pas précéder de plus de 48 heures, la mise en œuvre des gabions ou matelas gabionnés. La pose des gabions et matelas gabionnés sur le géotextile pourra se faire progressivement, par déroulement successif du rouleau géotextile en fonction de l'avancement du remblai d'assise et par unité de largeur de gabion ou de matelas.

Il pourra être interposé à la pose des gabions et matelas gabionnés une couche de matériaux fins limono - sableux exempts totalement de roche et granulat pour éviter le poinçonnement du géotextile et son déchirement à la pose des cages. Le blocage en pied et en crête des tapis géotextiles sera effectué en fouille ou sous Remblais de matériaux limoneux bien compactés.

Renforcement du remblai

Les gabions cage seront munis d'un système Terramesh destiné à renforcer l'ancrage et la stabilité du mur et à consolider le remblai. Le schéma suivant montre un élément du système Terramesh et illustre une des applications possible intégrant un renfort de géo grille de haute résistance

Schéma 9 : Schéma du Terramesh System



d) Variante 3 - les enrochements remplacent le mur de soutènement

L'enrochement est une technique fréquemment utilisée pour la protection des berges.

Principe

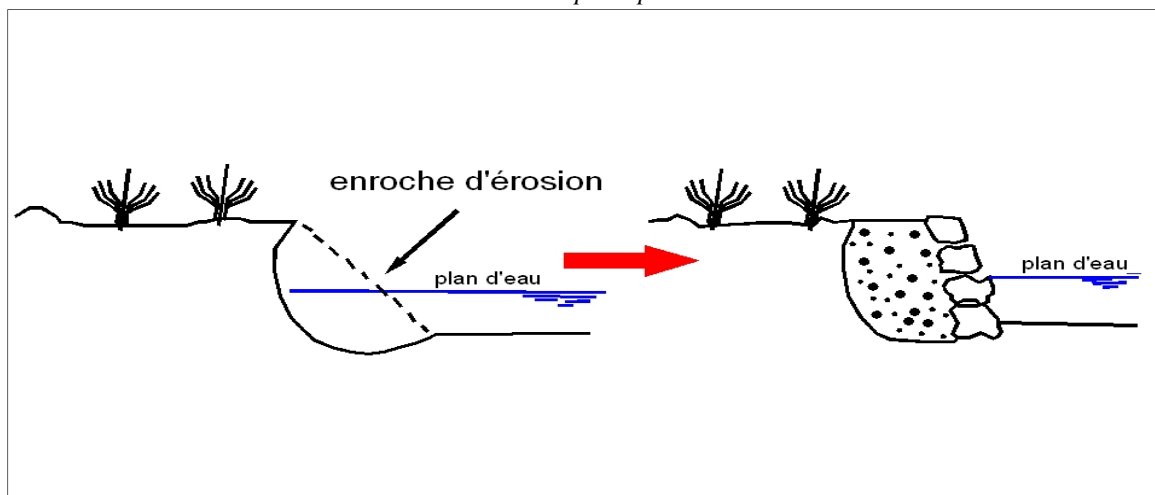
Cette technique consiste à ériger le long de la berge endommagée par l'érosion un "mur" en rochers d'épaisseur variable et de combler l'espace laissé vide par un matériau meuble, par exemple de la terre, du sable ou des graviers. Entre les rochers et ce matériau on place

généralement un matériau géotextile ou un film plastique pour que la terre ne s'évacue pas par ruissellement (affouillement, renard...) de la berge vers la rivière. Ce "filtre" doit laisser passer l'eau et doit retenir les fines et les cailloux. Pour que la ligne d'enrochement tienne, la première rangée de roches, sur laquelle repose tout l'ouvrage, est complètement enfouie à moins 60cm, ce qui constitue son ancrage. On construit généralement l'ouvrage de façon qu'il tienne seul sans les remblais de terre.

Matériaux utilisés

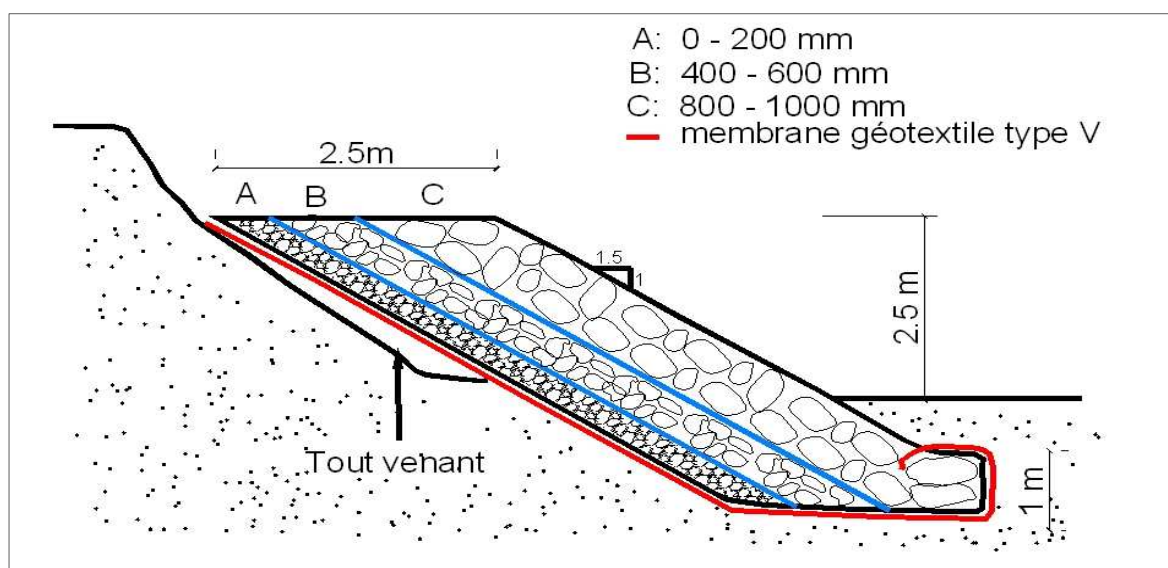
Pour un même ouvrage les matériaux utilisés doivent être de qualité homogène. Les blocs de roche doivent posséder une dureté suffisante pour pouvoir être déversés en vrac et manipulés avec des engins mécaniques. Ils doivent être homogènes et propres autant que possible, ne s'altérer ni à l'air ni à l'eau et être exempts de fissures.

Schéma 10 : Schéma de principe de l'enrochement



Les diverses normes suivantes permettent d'évaluer ces caractéristiques: AFNOR 18-593, NF B 10-50 et NF B 10-51.

Schéma 11 : Schéma de principe de pose de matériaux pour l'enrochement



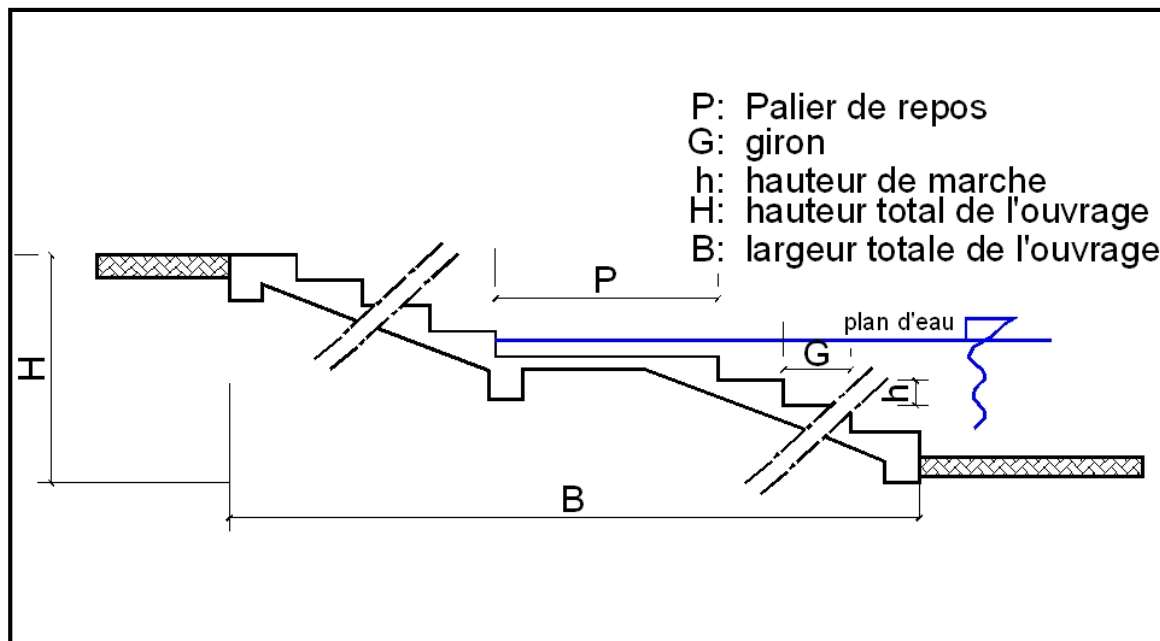
Les caractéristiques géométriques des blocs seront définies en fonction de la puissance érosive du cours d'eau, de la vitesse maximale, de la hauteur d'eau et de la pente du talus. De manière générale la masse moyenne des blocs est de l'ordre de la tonne. On cherche le plus souvent à avoir le plus de blocs possible de la même taille, mais on peut avoir des blocs pesant largement jusqu'à plusieurs fois la masse moyenne choisie par le maître d'œuvre. Les roches doivent être de préférence à angles marqués et de forme tétraédrique en respectant un ratio compris entre 1 et 2 entre la longueur et l'épaisseur.

Les caractéristiques physiques des matériaux permettent de valider la solidité de l'ouvrage. On recherche des matériaux non calcaires ayant un poids spécifique apparent sec de l'ordre de 2500kg/m³. La sensibilité au gel doit être très faible et sa résistance à la compression élevée.

4.2.3. Les descentes en gradins

Les descentes en gradins seront réalisées spécifiquement en béton armé avec une largeur de 20 (vingt) mètres chacun. La figure suivante montre une coupe longitudinale d'une descente en gradin. Le principe de dimensionnement rejoint celui des murs de soutènement.

Schéma 12 : Schéma de descente en gradin



4.2.4. Les ouvrages d'accostage (les plateformes)

Ce sont des ouvrages qui seront réalisés aux cotés latéraux de la descente en gradin de 30m de large chacun, ils protègent les berges contre l'érosion hydrique et sont destinés à faciliter les opérations d'accostage des embarcations fluviales rurales, les débarquements et embarquements des personnes et des biens après accostage de celles-ci, ainsi que les opérations de levées d'encre y afférentes.

Les éléments d'ouvrages des quais comportent:

- Des plateformes d'accostage inclinées (pente de 7%) destinées à accommoder les manœuvres d'accostage et de levées d'encres des embarcations de transports fluviaux

ruraux essentiellement ainsi les activités de déchargement et chargement des biens et celles d'embarquement et de débarquement des passagers;

- Des paliers et rampes d'accès destinés à assurer l'accès à la plateforme d'accostage à partir des plateformes;
- Des raccordements aux ouvrages existants voisins (remblai, digue etc.).

4.2.5. Les ouvrages divers (cordons pierreux, seuil de sédimentation)

a) Cordons pierreux

Les cordons pierreux sont des barrières mécaniques d'arrêt ou de freinage des eaux de ruissellement le long des courbes de niveau, pour réduire l'érosion en minimisant la vitesse d'écoulement des eaux de ruissellement. Ils retiennent aussi les éléments solides, favorisent l'infiltration et augmentent ainsi le stock d'humidité du sol. Les pierres sont disposées dans des tranchées de 10 à 15 cm de profondeur. La largeur d'un cordon est d'environ 15 à 20 cm et la longueur varie entre 10 et 30 m. Ils sont appliqués de préférence dans les zones avec une pente limitée (max. 3 %) où l'espacement est de 50 m, soit 200 ml/ha. Sur les pentes fortes (>3%) la distance entre les cordons est plus petite (20 à 25 m), soit 400ml/ha. On distingue trois types de diguettes en pierres :

- Le système de pierres alignées consiste à ouvrir un sillon d'encrage et à déposer la terre en amont selon les dimensions suivantes : 10 à 15 cm de largeur et 10 à 15 cm de profondeur. Les pierres sont ensuite disposées dans le sillon en une seule ligne et on dame pour consolider la base de la diguette après avoir ramené la terre ;
- Le système FEER ou système trois pierres se fait par ouvertures d'une tranchée d'ancrage dont la terre de déblai est déposée en amont selon les dimensions suivantes : 30 à 35 cm de largeur et 10 à 15 cm de profondeur. Les grosses pierres sont disposées en deux lignes décalées dans la tranchée de façon qu'elles reposent sur leur plus grande surface. Une troisième ligne se superpose aux deux premières lignes. La terre raménée est damée pour consolider la base de la diguette ;

Le système Pierres Dressées associées au Sous-solage (PDS) consiste à ouvrir des sillons d'ancrage (trois) et à déposer la terre en amont selon les dimensions de 15 à 20 cm de largeur et de 10 à 15 cm de profondeur. De grosses pierres sont ensuite disposées au milieu du sillon sur leur plus grande hauteur en une seule ligne. Cette rangée est renforcée avec une ligne de petites pierres en aval qui sert de support. La terre est ensuite raménée et damée pour consolider la base de la diguette. Les autres sillons sont destinés à la végétalisation.

Photo 23 : Cordon pierreux



b) Seuil de sédimentation

Les seuils de sédimentation sont des dalles en pierres sèches placées à équidistance ou non à l'intérieur des ravins (généralement dans les parties faciles à maîtriser) pour réduire l'érosion en minimisant la vitesse d'écoulement des eaux de ruissellement, l'amener à se décharges des sédiments qu'elle transporte et augmenter le stock d'humidité du sol. Les spécifications sont faites dans le rapport environnemental.

Photo 24 : Seuil de sédimentation



4.3. LES AVANTAGES ET INCONVENIENTS PAR TYPES D'OUVRAGES

Les avantages et les inconvénients des murs de soutènements en béton armé (BA) et/ou en gabion métallique sont consignés dans le tableau suivant.

Tableau 10: Avantages et inconvénients des murs en différents matériaux (béton armé et gabion)

N°	Types	Descriptions	Avantages	Inconvénients
1	Mur poids	Mur d'épaisseur variable, il est composé d'un voile et d'une semelle. Il est construit en pierres ou moellons ou encore en parpaings.	<ul style="list-style-type: none"> - Peu coûteux. - Facilité d'exécution. - Bonne protection des berges érodées. - Bonne résistance à des crues importantes et une forte agression hydraulique. 	<ul style="list-style-type: none"> - Modification du régime hydraulique du fleuve. - Nécessité d'entretien (coûteux) au bout de quelques années. - Mauvaise insertion dans le paysage.
2	Mur en gabions métalliques	Enveloppes de grillage remplies de pierres, confectionnées sur leur lieu d'implantation. (cages métalliques en fils de fer galvanisé classe C triple torsion)	<ul style="list-style-type: none"> - Peu coûteux (plus que le mur poids). - Disponibilité de la matière sur le marché local. - Bonne protection des berges érodées - Favorise l'implantation d'un couvert végétal. - Bonne résistance à des crues importantes et une forte agression hydraulique du fleuve. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessité d'une formation technique. - A long terme les mailles des gabions peuvent être brisées.
3	Mur de soutènement en BA	Mur d'épaisseur variable, il est composé d'un voile avec contrefort (ou non) et d'une semelle. Il est construit en béton armé.	<ul style="list-style-type: none"> - Mêmes avantages que les deux précédents. 	<ul style="list-style-type: none"> - Très coûteux. - Mauvaise insertion au paysage. - Entretien.

4.4. LES ACTIONS DE LUTTE BIOLOGIQUE

Toutes les actions proposées ont pour toile de fonds, la protection biologique par la protection et/ou la restauration de la végétation. Cette protection devrait se faire sous forme d'une ou de plusieurs combinaisons d'herbacées et de graminées (comme le bourgou et le vétiver) avec les ligneux (lianes, arbres et arbustes) sur les berges, sur les terres dégradées (glacis de dénudation et sommets des plateaux), dans les ravins et leurs emprises, également dans l'emprise de la route internationale Kayes - Diboli.

4.4.1. Les plantations

Les différents types de plantations qui seront réalisées sont entre autres:

- Les plantations de protection sur les berges, les glacis de dénudation, dans les ravins et leurs emprises, dans l'emprise de la route internationale;
- Les haies vives dans les champs et pour clôturer les jardins maraîchers;
- Les brise-vents: pour protéger les grandes infrastructures, les habitations, les périmètres hydroagricoles, etc.;
- Les plantations de production de bois et d'autres produits forestiers dans les sites convenables choisis d'un commun accord avec les populations concernées. Les espèces qui seront privilégiées sont l'Eucalyptus camaldulensis, l'Acacia senegal, le Pourpartia birrea, le Tamarindus indica;
- Les plantations fruitières: A ce niveau, un accent particulier sera mis sur le palmier dattier, le Zizyphus mauritiana greffé et les manguiers sous diverses formes;
- Les plantations d'alignement et d'ombrage dans les villes et villages: Les espèces les plus utilisées sont: Azadirchta indica (Neem), Manguifera spp (différentes variétés de manguiers), Terminalia mantalii, etc.

4.4.2. Les semis directs et les ensemencements

Les semis directs et ensemencements consistent à semer et/ou à épandre des semences (prétraitées ou non) d'espèces herbacées, graminées et/ou ligneuses sur le site à traiter. Cette technique peut intervenir naturellement à la suite de la majeure partie des mesures antiérosives. Les espèces proposées sont, les *Leptadenia astata*, le *Balanites egyptiaca*, le *Panicum turgidum*, le *Cenchrus biflorus*, l'*Andropogon gayanus*, le *Penicetum pedicelatum*, le *Dihethropogon emplexens*.

4.4.3. La végétalisation

La culture de *Echinochloa stagnina* ou *bourgouculture*, du *Cassia thora* et celle de *Vetivera nigriflora* (vétiver) sera répandues dans toutes les zones d'intervention du projet notamment dans les endroits les plus bas et périodiquement inondables des bassins et sur les bourellets des berges. En la matière, les expériences très intéressantes qui existent déjà au Mali seront mises à profit.

La production par bouturage concerne l'*Echinochloa stagnina* ou *bourgouculture*, le *Vetivera nigriflora* et également l'*Euphorbia balzamifera*. Il semble que la plantation de ces boutures doit avoir lieu en saison chaude pour maximiser le taux de reprise. Le *Cassia thora* sera produit par semis de graines.

Il est préférable de prévoir des pépinières pour les graminées dans les bas-fonds et/ou sur des sites aménagés à cet effet. Les pépinières seront installées de décembre à janvier, et le repiquage commencera à l'approche de la crue (juin à juillet). Pour l'élevage en pépinière, deux techniques sont possibles : (i) le bouturage et (ii) le semis des graines.

La première option doit être la plus facile et moins coûteuse, hormis le bourgou, il existe peu d'expérience quant au semis du vétiver.

Après la pépinière, les boutures pour le bourgou seront mises dans des poquets distants de 20 à 25 cm sur la ligne à raison de 4 à 5 tiges par poquet. La distance entre les lignes sera de 50 cm, et les poquets devront être en quinconce sur les lignes contiguës.

Le repiquage devra se faire au fur à mesure du retrait de l'eau. Cela a l'avantage de procurer, bénéficier aux boutures le maximum d'humidité et de minimiser les coûts d'arrosage.

S'agissant du vétiver, la distance entre les poquets peut être de 20 à 50 cm car l'espèce se développe en touffe et celle entre les lignes doit être de 1 mètre. Le repiquage se fera également en quinconce.

Toutefois sur les terrains en pente, les boutures devront être mises selon les courbes de niveau facilement repérables avec le niveau à eau.

Les boutures devront être arrosées avant la reprise qui ne dépassera généralement pas 15 à 30 jours. Il est aussi souhaité de les surveiller contre le piétinement des animaux.

4.4.4. Les principales espèces végétales

Une liste non exhaustive des espèces ligneuses adaptées à utiliser est présentée ci-après:

- **Eucalyptus camaldulensis** avec une croissance rapide, un enracinement profond, supportant des inondations temporaires, fournissant du bois de service et de chauffe et utilisée en pharmacopée. Elle sert aussi à la fabrication de serpentins anti moustiques ;
- **Anacardium occidentale**: adaptée à plusieurs types de sols, elle produit des fruits comestibles et les amandes sont commercialisées pour la fabrication des confitures ;
- **Zizyphus mauritiana (le jujubier)**: Présente dans la zone du programme, le jujubier s'adapte au milieu et produit des fruits comestibles. Des variétés améliorées par greffage sont actuellement produites par les pépiniéristes privés et ont des comportements appréciables sur le terrain ;
- **Lawsonia inermis (le henné)**: le henné est utilisé comme haies vives. La poudre des feuilles est commercialisée et même exportée comme cosmétique. Il pourrait s'adapter au milieu notamment le Niger et le Burkina Faso;
- **Jatropha curcas (le pourghère)**: le pourghère est utilisé comme haies vives. Les graines sont utilisées pour la production de bio carburant, ce qui confère à cette espèce une grande importance ;
- **Prosopis juliflora et Prosopis chilensis** sont utilisées dans toutes les formes de plantations de protection et en haie vive. Les feuilles et les graines sont consommées par les animaux qui contribuent à lui conférer un pouvoir de prolifération immense. Les

Prosopis juliflora et *Prosopis chilensis* peuvent facilement devenir des plantes envahissantes souvent nuisibles;

- **Acacia machrostachya** et **Mimosa pigra** qui couvrent bien le sol. Cependant le *Mimosa pigra* est une espèce très envahissante, elle peut à la longue perturber la navigation sur le fleuve ;
- **Acacia nilotica** ou **Acacia scorpioides** est aussi adaptée ; l'espèce fournit un bon bois, les gousses sont utilisées dans le tannage des peaux et elle présente plusieurs usages dans la pharmacopée traditionnelle ;
- **Acacia albida** ; Grand arbre de 15 à 25 (30) m, atteignant un diamètre de plus de 1 m. Les vieux arbres forment une cime hémisphérique tandis que celle des jeunes est en cône renversé. C'est la seule espèce du Sahel à perdre ses feuilles pendant la saison des pluies et à être feuillée pendant la saison sèche. Essence très plastique. Pousse avec des précipitations de 300 à plus de 1800 mm, supporte de longues sécheresses (pluriannuelles) et des inondations de quelques semaines. Arbres des plaines alluviales et des forêts ripicoles. Peu exigeant quant à la structure et la richesse du sol, il réclame une nappe phréatique assez haute, qu'il doit atteindre avec sa racine pivotante avant de commencer sa croissance en hauteur. Il lui faut donc des sols humides en permanence au moins entre 2 et 10 m.
- **Acacia raddiana** est l'espèce la plus répandue dans la zone d'intervention du programme, dans toutes les conditions de sols et de topo séquence. Elle régénère en semis directs ou ensemencement naturel dans les conditions difficiles d'eau, de sol et de surpâturage sans de gros investissements.
- **Acacia seyal** : Arbre petit à moyen jusqu'à 17 m de haut et 60 cm de diamètre ; nombreuses variétés régionales. Arbre de 250 à 1000 mm précipitations par an, il prospère surtout sur les sols argileux et supporte aussi bien des inondations que des sécheresses périodiques. Croît aussi sur les sols pierreux dans les plaines, se rencontre au bas des pentes ou au voisinage des cours d'eau (marigots), des stations alluviales ou sur les sols humiques des vallées, près de mares ou dans les bas-fonds.
- **Acacia senegal** : L'*Acacia senegal*, encore appelé gommier blanc appartient à la famille des Mimosacea selon la classification classique, ou celle des Fabacea selon la classification phylogénétique. Elle est originaire d'Afrique et est répandue dans les zones sahéliennes et sahélo – saharienne.
- **Moringa oleifera** qui est une espèce dont les graines sont utilisées pour purifier l'eau et les feuilles, entrent dans le traitement des maladies diabétiques ainsi que la préparation des sauces ;
- **Euphorbia balsamifera** peut être utilisée en dehors des zones d'inondation car elle peut être pérenne et ne connaît pas beaucoup d'usage hormis les haies. Elle n'est pas appréciée par les animaux. Cette espèce est très utilisée dans la fixation des dunes;
- **Leptadenia astata** et **Leptadenia arboria**: les *Leptadenia* sont très intéressants en fixation des dunes et des plages de sables aussi bien en fixation mécanique et surtout biologique. Elles constituent les premières plantes à s'installer dès que l'état de stabilisation de la dune de sable le permet.

- **Bauhinia rufescens:** Le *Bauhinia rufescens* pourrait jouer un rôle important dans les activités de haies vives et de clôtures pour remplacer les haies mortes qui sont des sources d'accumulation du sable et de formation de dunes.
- **Manguifera spp:** Les différentes variétés de manguier se rencontrent dans les jardins potagers africains (JPA), dans les concessions, etc. Les manguiers sont appréciés pour leurs fruits succulents qui alimentent une filière commerciale (nationale et internationale) très importante. Un pied de manguier greffé ou pas, ayant atteint l'âge de plantation coûte 500 à 1 500 F CFA.
- **Phoenix dactylifera:** Le palmier dattier: est très intéressant pour le programme par sa valeur économique. L'espèce est déjà présente au Niger dans les anciens chantiers de protection des berges.
- **Azadirachta indica:** Espèce introduite d'origine indienne, *Azadirachta indica* s'adapte à plusieurs conditions écologiques et édaphiques. Elle est beaucoup utilisée en plantations d'alignement et d'ombrage du fait qu'elle garde ses feuilles pendant une grande partie de l'année. *Azadirachta indica* n'est pas apprécié des animaux. Il est aussi utilisé dans les haies vives, les brise-vents. Il est utilisé dans le traitement du paludisme et souvent pour chasser les moustiques.

4.4.5. Les espèces herbacées, graminées et roseaux

Les herbacées et graminées suivantes seront utilisées en peuplements pures ou en combinaisons diverses pour leurs valeurs écologiques et leurs valeurs économiques (production de foin, pâturage, alimentation) ou d'autre valeur :

- *Echinochloa stagnina* (bourgou), en bas du fleuve, flottant, pérenne, excellent foin (100 à 400 FCFA /fagot), multiplication végétale ;
- **Panicum turgidum** ; Le *Panicum turgidum* est une plante herbacée annuelle ou vivace de la famille des Poacea. Graminée fortement rartement ramifiée, glauque, le *Panicum turgidum* forme de grosses touffes (1 à 2 m de hauteur et de largeur) avec un gros rhizome et un système racinaire fibreux atteignant 2 m de profondeur et s'étalant sur 2 à 4 m. Les tiges sont érigées ou ascendantes, ligneuses, formant des racines sur les nœuds. Les feuilles sont alternes, simples et entières.
- **Vetiveria nigricans (vétiver)**, sur des berges inondées pendant 2 à 3 mois, plantés en plusieurs rangées, multiplication végétale, par graines à tester (Association Malienne pour la Promotion du Vétiver). Les racines sont utilisées pour essence parfumée (500 FCFA le kg de racines sèches) et les tiges en tissage artisanal et fourrage (à défaut d'autres sources) ;
- **Andropogon gayanus** en zones exondées, en bandes enherbées suivant les courbes de niveau, grande valeur économique : pâturage et tressage (seccos : 500 à 1000 FCFA/unité) herbe de grande valeur, fortement recherchée, surexploitée et en train de disparaître ;
- **Cenchrus biflorus** pour des pâturages en amont, en zones exondées.

4.4.6. Les actions à réaliser

Aucune des mesures proposées ci-dessus, considérées isolément, ne peut agir efficacement sur l'érosion des berges et la dégradation des sols, ni même sur les inondations. Elles doivent être combinées entre elles et aussi avec les mesures de génie civil. Par ailleurs, la méthode de Gestion Axée sur les Résultats (GAR) est beaucoup utilisée dans la présente étude. Ainsi, les principaux résultats attendus sont :

- Déplacement et réinstallation de populations ;
- Traitement biologique des espaces libérés par les populations déplacés ;
- Amélioration et renforcement des haies vives existantes (renforcement, prolongation, etc.) ;
- Réalisation de bosquets villageois et de plantations diverses (brise – vent, ceintures de protection, ombrage, alignement) ;
- Traitement biologique des glacis de dénudation ;
- Traitement biologique des zones d'influence des ravins (zones de naissance, emprises de 25 m de part et d'autre sans compter le lit du ravin) ;
- Renforcement par reboisement des bandes de galerie forestière sur les bourrelets des berges (50 m de large) ;
- Végétalisation des bandes de cultures maraîchères et de décrue ;
- Renforcement des plantations urbaines dans un objectif de protection des berges ;
- Appui à la mise en place de pépinières villageoises ;
- Appui à la maintenance et à la restauration des zones humides (mares, lacs, marigots) ;
- Appui à la protection et la restauration de forêts classées ;
- Travaux de mise en défens et de gardiennage.

4.4.7. Localisation des actions biologique et stratégie de mise en œuvre

La stratégie de mise en œuvre a pour objectif de préciser davantage certaines mesures pour atteindre les résultats attendus.

Les emprises des villages et des zones adjacentes les plus dégradées sont les premiers concernés par les travaux. Ils s'étendent ensuite en amont et/ou en aval suivant le degré de dégradation des berges. Les sites retenus après l'abandon des berges de partie urbaine de Kayes (sous le coup d'un autre projet de l'OMVS) se limitent aux emprises des villages concernés. Le tableau ci-dessous précise la localisation des travaux par site.

Tableau 11 : Localisation des travaux par site

Cercle	Commune	Sites concernés	Emplacement des travaux à réaliser		Linéaires à restaurer (m)	Observations
			Debut	Fin		
Bafoulabé	Bafoulabé	Bafoulabé	Fin Ouest de l'emprise de la ville	Aval	2000	La ville de Bafoulabé doit faire l'objet d'une opération de plantations urbaines
Kayes	Logo	Saboussiré RG	Debut Ouest de l'emprise du village	Amont	1000	Emprise du village + 100 m
		Kakoulou RG*	Debut Ouest de l'emprise du village	Amont	1000	Emprise du village + 270 m + 3 ha de zone très dégradée
		Denguéraï RG*	Debut Ouest de l'emprise du village	Amont	500	Emprise du village + 160 m
		Maloum RG	-	-	1000	Les travaux réalisés en collaboration avec le PGRN
	Samé Djomboma	Dar Salam plantation RG*	Peuplement en dominance Acacia en amont du village	Aval	1050	Zone très dégradée + emprise du village + 8 ha de zone très dégradée
		Samé Wolof RG	700 m en amont de la zone très dégradée	Aval	3000	10 ha de zone très dégradée
		Samé plantation RG	200 m en amont de l'emprise du village	Aval	2500	1,5 ha de zone très dégradée
		Dar Salam Samé RG*	200 m en amont de l'emprise du village	Aval	700	Emprise du village
	Kéméné Tombo	Diakanapé RG	1200 en aval de l'emprise du village 3500	Amont	3500	
		Ambideni RG	500 m en aval de l'emprise du village de Diani	Amont	8500	
		Tambonkané RG	500 m en aval de l'emprise du village	Amont	1500	
		Moussala RG	400 m en aval de l'emprise du village de Diani	Amont	1500	
	Bangassi	Diakalel RD	Limites avec la ville de Kayes	Aval	3500	
		Bangassi RD	700 en amont de l'emprise du village	Aval	2500	
	Somankidi	Somankidi village RD*	200 m en amont de l'emprise du village	Aval	1200	
Somankidi Coura RD		400 m en amont de l'emprise du village	Aval	1500		

4.4.8. Les interventions spécifiques complémentaires

La protection biologique des berges implique certaines interventions spécifiques qui sont d'ordre organisationnel, législatif et réglementaire. Plusieurs alternatives sont possibles en fonction du degré de la menace, de l'état de dégradation et par rapport aux différents domaines rencontrés (domaines protégé, classé et des particuliers), et du statut du domaine à protéger. Le projet de protection, de restauration et d'embellissement des berges du fleuve Sénégal dans les cercles de Kayes et de Bafoulabé mettra l'accent sur aspects suivants.

a) Le respect des servitudes

La servitude selon le petit Larousse, est « une restriction au droit de propriété et/ou d'utilisation pour une raison d'intérêt général ou d'utilité publique ». Au Mali, la protection des berges des cours d'eau est une question d'intérêt général et d'utilité publique. La

servitude des cours d'eau est de 25 m de part et d'autre à partir de la berge, soit une bande de 50 m sans compter le lit du cours d'eau, extraite de toute activité humaine et du cheptel. Il sera probablement plus difficile de respecter la servitude des cours d'eau dans les grandes villes. Cependant, au niveau des villages (fleuve), des marigots et ravins, des efforts seront faits dans le cadre du respect des servitudes conformément aux législations en vigueur, pour mieux protéger les berges, les habitations, les cultures voire même des populations contre des cas d'inondations, d'éboulements de terrains, etc. Ces bandes constituant les servitudes des cours d'eau seront prioritairement végétalisées dans le cadre de la protection biologique des berges.

b) Les mises en défens

Une mise en défens d'un espace donné est comparable à un écosystème, qui évolue en étroite relation avec les caractéristiques propres du milieu naturel qui l'abrite (Loret et Pontanier, 1982; Noy Meir, 1974). La Mise en Défens consiste à délimiter et matérialiser un espace d'intérêt écologique (existence d'importantes régénérations naturelles, diversité biologique, dégradé et/ou très sensible à l'érosion, protection des berges, des infrastructures, etc.), d'intérêt économique (peuplement d'espèce de valeur, pâturages, plantations, etc.) avant d'y interdire et/ou limiter certaines pratiques abusives de l'homme et de son cheptel, comme les coupes de bois, les feux de brousse et le surpâturage, le braconnage, à travers des conventions locales et accords entre différentes communautés et/ou Collectivités Territoriales. Ces conventions et accords (écrits ou verbaux) sont approuvés par autorités administratives et suivis par les services techniques chargés du domaine. Les mesures de mise en défens visent à consolider et renforcer les travaux de protection végétale.

Au Mali, tout espace planté et/ou aménagé de mains d'homme tombe immédiatement dans le domaine classé et doit constituer de fait une mise en défens. Cependant, la mise en défens a lieu pour une période donnée, avec des objectifs clairement définis, qui seront précisés dans les conventions et accords.

Dans l'état actuel des écosystèmes, les sites les plus dégradés et/ou fragiles ne peuvent se reconstituer d'eux même sans une intervention de l'homme. Par ailleurs, les plantations réalisées ont besoin d'être gardées pendant au moins 2 ans pour échapper à la dent et au piétinement du bétail. Les plantations et les zones à écosystèmes dégradés feront l'objet de gardiennage pendant 2 à 3 ans en raison de 10 ha par gardien.

c) L'agroforesterie

Selon le Centre Agro forestier Mondial « *L'agroforesterie est un système dynamique de gestion des ressources naturelles reposant sur des fondements écologiques qui intègre des arbres et des animaux dans les exploitations agricoles et le paysage rural et permet ainsi de diversifier et de maintenir la production afin d'améliorer les conditions sociales, économiques et environnementales de l'ensemble des utilisateurs de la terre* ». Cela signifie l'association agriculture, élevage et foresterie dans le cadre de systèmes de production intensifiés et améliorés. L'agroforesterie est certes une vieille pratique dans la zone. Cependant, le projet contribuera à l'améliorer pour mieux protéger les berges du fleuve Sénégal à travers les Jardins Potagers Africains (JPA), les haies vives comme clôtures ou limites des domaines à la place des haies mortes, les améliorations végétales des pâturages et des parcours de bétail, la bourgou culture, les plantations de production associées aux cultures, l'introduction des brise – vents dans les systèmes de production, etc.

d) Les actions au niveau des domaines des particuliers

Au niveau du domaine des particuliers (habitations, concession rurales et champs), il s'agira de :

- Faire respecter les servitudes des cours d'eaux conformément aux législations nationales et amener ces particuliers à restaurer et à protéger les espace - servitudes. Le projet pourrait encourager cette pratique en motivant et en appuyant les propriétaires par la fourniture de plants et petits matériels ;
- Sensibiliser et appuyer les propriétaires à l'aide de plants d'espèces ligneuses et/ou herbacées pour créer des brise-vents, haies vives et/ou bandes végétalisées ;
- Encourager et appuyer à l'aide de plants fruitiers et petits matériels de production de plants et plantations, la création de JPA;
- Former les particuliers sur certaines dispositions techniques de plantation, de lutte antiérosive dans un cadre de protection des berges;
- Appuyer les maraîchers lors de l'installation de haies vives/brise-vents autour et à l'intérieur des périmètres avec plusieurs lignes de plantation sur les berges en veillant à espacer les lignes intérieures de plantation.

e) L'appui à la maintenance et à la restauration des zones humides

Les zones humides (lacs, mares, marigots, etc.) servent à contenir le surplus d'eau de ruissellement, réduisant ainsi la quantité d'eau qui s'écoule vers le fleuve. Elles occupent ainsi une place importante dans le mécanisme du ruissellement et de l'érosion dans la zone d'étude. Par ailleurs, elles gardent l'eau pendant une bonne partie de l'année, servant ainsi d'abreuvoirs aux animaux, évitant la dégradation des berges liée au bétail pendant cette période. Les mares, lacs et marigots pourront faire l'objet de surcreusement et d'aménagement, surtout avec la demande des populations. Cette mesure, bien que ne rentrant pas dans le cadre de cette étude permet la préservation des espaces de berges.

f) Les actions au niveau des domaines protégés classés

Les forêts classées, les parcs et les réserves sont des domaines dont les limites sont connues et extraits de certaines actions abusives de l'homme et de son cheptel par le biais de textes législatifs et réglementaires pris par l'Etat. Suivant le code domanial et foncier malien, ces domaines constituent le domaine public de l'Etat. A ce niveau, le programme devrait:

- Encourager l'élaboration et la mise en œuvre de plans d'aménagement et de gestion de ces domaines (forêts classées, parcs, réserves de faunes, etc.);
- Aider à améliorer la police forestière et la surveillance communale, communautaire et villageoise de ces domaines ainsi que des terres déjà récupérées. Cette surveillance s'intéressera particulièrement à l'exploitation abusive et anarchique du couvert végétal, conformément aux législations nationales ;
- Aider à restaurer les parties dégradées, empiétées, fortement exploitées notamment celles situées sur les berges du fleuve Niger, de ces affluents, des ravins et des autres cours d'eau en appliquant les techniques les mieux adaptées;

- Appuyer la lutte contre les feux de brousse; le surpâturage par la formation et la sensibilisation.

g) Le renforcement de capacités

Le renforcement des capacités s'articule autour de la formation, de la sensibilisation et de la communication. L'amélioration de la gouvernance notamment en matière de gestion des ressources naturelles et la recherche – action y occuperont une place importante.

5. EVALUATION DU COÛTS DES ACTIONS PROPOSEES

5.1. EVALUATION DES COÛTS DES AMENAGEMENTS DE GENIE CIVIL

5.1.1. Ouvrages en béton armé

Le mur de soutènement en béton armé a une surface unitaire fonction de la hauteur qui évolue selon une relation polynomiale d'ordre 2. L'équation définie sur la base des principes de pré dimensionnement est de type :

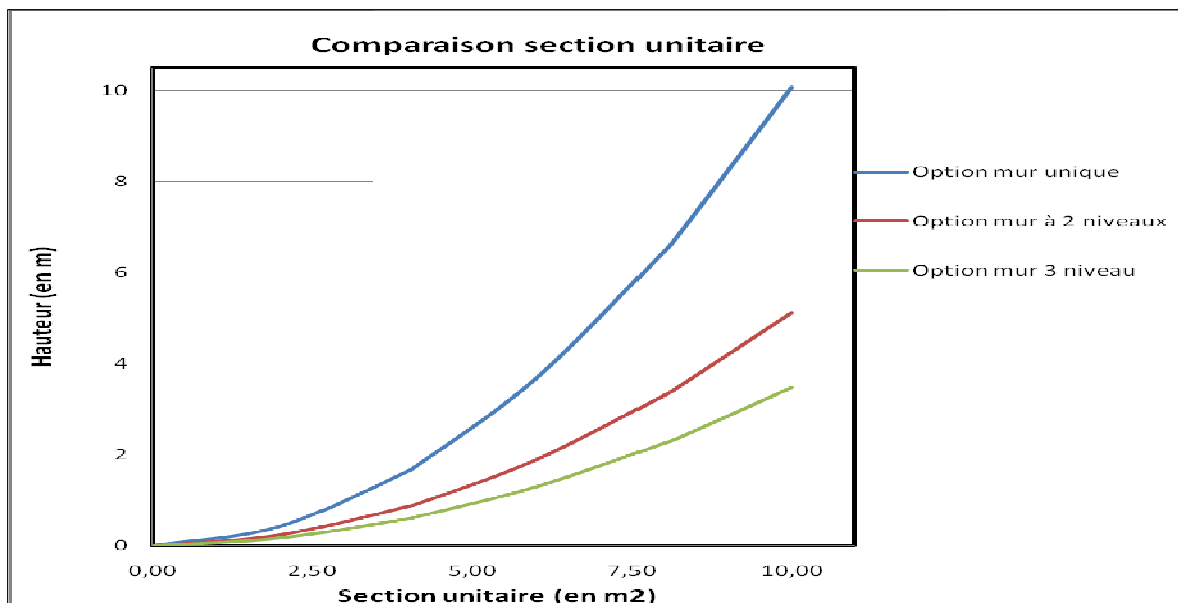
$$V_u = 0,017 \cdot h \times 0,099 \cdot h^2$$

Où : V_u = volume unitaire en m^3

h = la hauteur totale de l'ouvrage en m.

En faisant varier la hauteur de l'ouvrage, la section évolue de façon très significative. Le graphique suivant illustre l'évolution du volume unitaire pour un ouvrage réalisé sur plusieurs niveaux.

Graphique 1: Evolution de la section unitaire des murs de béton sur plusieurs niveaux



En réalisant un mur unique sur une hauteur de 12 m, la section unitaire est de 14 m². Cette section est réduite de près de moitié pour un mur réalisés sur 2 niveaux, de hauteur h variable ($h/2$; $2h/3$ et $h/3$; $0,6h$ et $0,4h$).

Lorsque l'ouvrage est réalisé sur 3 niveaux, au tiers de la hauteur totale, la section unitaire est réduite de 66%. Des économies importantes en volume sont réalisées, mais il convient de situer les surcoûts en termes de préparation des assises.

5.1.2. Ouvrage en gabion

Le profil type adopté pour le mur de gabion est vertical à section constante. La variation de la hauteur n'entraîne aucune incidence sur la section et le volume unitaire de l'ouvrage. De même, la réalisation de l'ouvrage sur plusieurs niveaux n'entraîne aucune économie.

5.1.3. Incidences sur les volumes de remblai à mettre en place

La réalisation des ouvrages sur plusieurs niveaux entraîne une réduction de moitié (pour 2 murs de hauteur $h/2$) et au tiers (pour 3 murs de hauteur $h/3$) du volume de remblai entre les berges et le corps des ouvrages.

La réalisation sur 3 niveaux impose une emprise plus importante rendue nécessaire par le décalage à observer en tenant compte des dimensions des semelles de fondations. La réalisation sur 2 niveaux semble plus adaptée et plus conforme à la configuration des berges du fleuve (la hauteur ne dépasse guère 12 m).

5.1.4. Comparaison des coûts

Détermination et structure des coûts moyens

Les prix moyens des ouvrages ont été déterminés en tenant compte des prix offerts lors d'appels d'offres récents au Mali et au Sénégal et ayant porté sur des travaux similaires (protection des berges du fleuve Niger à Bamako, travaux d'aménagement d'axes hydrauliques au Sénégal). Les valeurs considérées (dernière colonne) par la suite dans le calcul du coût des ouvrages ont été majorées pour tenir compte des sujétions supplémentaires tels que :

- La mise en place du géotextile pour les ouvrages en gabion ;
- L'intégration des armatures et des fouilles pour les ouvrages en béton armé ;
- La réalisation d'un perré maçonné de protection du parement amont des remblais et digues.

Comparaison des coûts pour différentes options et variantes

Le tableau suivant fait la synthèse des coûts des différentes options et variantes définies, pour les différents sites. Il permet de situer les combinaisons optimales qui aideront à classer les sites selon un ordre de priorité, basé entre autre sur le critère de l'exposition à l'érosion et celui de l'investissement minimum.

Tableau 12 : Prix moyens estimés en FCFA HT-HD

N°	Rubrique	Unité	Source 1	Source 2	Source 3	Source 4	Source 5	Moyenne	% des montants de travaux	Moy.
I.	INSTALLATION ET REPLI									
	Installation de chantier de l'entrepreneur (en % des montants des marchés de référence)	Forfait	12,8%	14,1%	14,3%	16,1%		14,33%	14,33%	
	Repli de chantier de l'entrepreneur (en % des montants des marchés de référence)	Forfait	1,5%	1,5%	1,9%	1,6%		1,63%	1,63%	
II.	PREPARATION ET TERRASSEMENT									
	Débroussaillage	m ²	162	168	155	185	400	214		
	Décapage	m ²	206	214	380	209		252		400
	Abattage d'arbres de circonférence > 1,20m	Unité	82527	85536	78524	86900	25 000	71 697		
	Remblai provenant de déblai	m ³	2630	1653	3500	3270		2 763		4000
	Remblai provenant d'emprunt	m ³	5286	5479	12725	3740		6 807		5000
	Déblais à sec de grande masse	m ³	3000	1982	1819	1360	1 600	1 952		3000
III.	GENIE CIVIL									
	Démolition partielle d'ouvrage	m ³	84844	87938	80729	95700		87 303		
	Démolition totale d'ouvrage	m ³	6000	6000	79900	5640		24 385		
	Déblai pour fondation d'ouvrage	m ³	6000	7913	7265	5640		6 705		
	Fouilles pour fondation d'ouvrages	m ³	6500	6500	6500		2 800	5 575		
	Remblai compacté pour digue	m ³	7002	7257	6662	3300	3 500	5 544		15000
	Béton de propreté dosé à 150 kg de ciment	m ³	65000	89139	81832	119000	70 000	84 994		
	Béton armé dosé à 350 Kg/M3 y compris coffrage	m ³	206205	213724	196203	267000	150 000	206 626		250000
	Acier haute résistance FeE40 pour armatures	Kg	747	774	711	1060		823		
	Gabions et matelas gabionné pour protection	m ³	83978	87041	79905	115000		91 481		100000
	Enrochement > 20 cm	m ²					15 000	15 000		
	Perrés maçonnés	m ²	21141	21911	21000	27 900	11 000	20 590		
	Géotextile	m ²	5067	5252	4822	3 720		4 715		
	Ragréage de surface de béton	m ²	34729	35995	35000	17 400		30 781		

5.1.5. Estimation du coût des ouvrages

Les coûts ont été estimés pour chaque variante par application des prix unitaires courants utilisés dans la sous région aux quantités estimés des travaux. Le tableau 13 récapitule le coût des travaux de génie civil de chaque variante, les détails de calcul par site sont joints en annexe.

Tableau 13 : Coût estimatif des travaux de génie civil en FCFA HT-HD

Sites	Linéaire (m)	Nbre accès (U)	Mur unique			Mur à 2 niveaux		
			VARIANTE 1	VARIANTE2	VARIANTE3	VARIANTE 1	VARIANTE2	VARIANTE3
Ambidedi	3 440	5	2 075 521 129	1 709 094 600	1 372 303 600	1 508 373 835	1 408 195 600	1199791600
Moussala	570	1	420 443 506	347 158 200	279 800 000	284 012 447	263 976 800	222296000
Tambokané	570	1	420 443 506	347 158 200	279 800 000	284 012 447	263 976 800	222296000
Diakanapé	670	1	449 759 506	376 474 200	309 116 000	313 328 447	293 292 800	251612000
Somakidi Village	670	1	449 759 506	376 474 200	309 116 000	313 328 447	293 292 800	251612000
Somakidi Coura	420	1	376 469 506	303 184 200	235 826 000	240 038 447	220 002 800	178322000
Samé Plantation	790	2	738 281 012	591 710 400	456 994 000	465 418 894	425 347 600	341986000
Samé Ouolof	1 840	2	1 046 099 012	899 528 400	764 812 000	773 236 894	733 165 600	649804000
Dar Salam Plantation	690	1	455 622 706	382 337 400	314 979 200	319 191 647	299 156 000	257475200
Dar Salam Samé	470	1	391 127 506	317 842 200	250 484 000	254 696 447	234 660 800	192980000
Bangassi	940	2	782 255 012	635 684 400	500 968 000	509 392 894	469 321 600	385960000
Diakalel	1 500	2	2 071 572 659	1 338 719 600	665 137 600	1 167 294 071	966 937 600	550129600
Saboussiré	1 040	2	811 571 012	442 198 800	266 440 000	538 708 894	275 836 000	151432000
Kakoulou	740	2	723 623 012	577 052 400	442 336 000	450 760 894	410 689 600	327328000
Denguera	370	1	361 811 506	288 526 200	221 168 000	225 380 447	205 344 800	163664000
Bafoulabé	200	2	284 029 600	284 029 600	284 029 600	169 021 600	169 021 600	169021600
S/Total Ouvrage GC	14 920	27	11 858 389 694	9 217 173 000	6 953 310 000	7 816 196 753	6 932 218 800	5515710000
terrassement			4 121 788 148	4 072 326 690	4 072 326 690	3 091 341 111	3 054 245 018	3054245018
TOTAL GENERAL			15 980 177 842	13 289 499 690	11 025 636 690	10 907 537 864	9 986 463 818	8569955018

5.2. EVALUATION DES MESURES DE DRS/CES

5.2.1. Evaluation physique

Le projet de protection, de restauration et d'embellissement des berges du fleuve Sénégal dans les cercles de Kayes et Bafoulabé, dans sa dimension DES/CES et protection biologique envisage de réaliser les activités suivantes récapitulées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 14 : Récapitulatif des activités de DRS/CES

N°	ACTIVITES	UNITES	QUANTITES
1	Renforcement et extension des haies vives existantes	ml	8 200,00
2	Aménagement mécanique en cordons pierreux des ravins et leurs emprises	ha	303,00
3	Aménagement biologique (plantation) des ravins et leurs emprises	ha	303,00
4	Traitement mécanique des glacis de dénudation (Cordons pierreux + banquettes en pierres)	ha	50,00
5	Traitement mécanique (Cordons pierreux + banquettes en pierres) des emprises de la route nationale Kayes Diboli	ha	11,00
6	Traitement biologique (plantation) des emprises de la route internationale Kayes Diboli	ha	11,00
7	Traitement biologique des glacis de dénudation	ha	50,00
8	Renforcement par reboisement des bandes de galerie forestière sur les bourrelets des berges (50 m de large)	ha	154,20
9	Traitement mécanique (seuils de sédimentation) des zones très dégradées	ha	114,00
10	Traitement mécanique (Cordons pierreux) des zones très dégradées	ha	12,50
11	Traitement biologique des zones très dégradées	ha	36,50
12	Renforcement des plantations urbaines de protection des berges	Pieds	5 000,00
13	Appui à la protection et à la restauration de forêts classées	ha	7 500,00
14	Aménagement des accès au fleuve (cf. génie civil)	unité	27,00
15	Plantations le long du fleuve	ha	23,75
16	Végétalisation des bandes de cultures maraîchères et de décrue	ha	100,50
17	Réalisation de bosquets villageois et de plantations diverses (brise - vent, ombrage, alignement)	ha	34,00
18	Déplacement et réinstallation de populations (Ambidédi/Diani, Diakanapé, Samé Wolof, Dar Salam Plantation, Bangassi, Diakalel, Saboussiré, Kakoulou et Denguirai)	Familles	57,00
19	Appui à la mise en place de pépinières villageoises ;	ha	17,00
20	Appui à la maintenance et à la restauration des zones humides (mares, lacs, marigots, etc.) et des forêts classées	Unité	3,00
21	Travaux de mise en défens et de gardiennage	Homme/an	262,00

Les détails des activités par site sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 15 : Détail de l'évaluation physique des activités par site

N°	ACTIVITES	LES SITES																	TOTAL	
		Unités	Ambidédi	Moussala	Tambokané	Diakanapé	Samé Plantation	Samé Wolof	Dar Salam Plantation	Dar Salam Samé	Somakidy village	Somakidy coura	Bangassi	Diakalel	Saboussiré	Kakoulou	Denguirai	Maloum		Bafoulabé
1	Renforcement et extension des haies vives existantes	ml	500,00	500,00	500,00	500,00	700,00	500,00	400,00	400,00	1 000,00		700,00	500,00	300,00	500,00	400,00	300,00	500,00	8 200,00
2	Aménagement mécanique en cordons pierreux des ravins et leurs emprises	ha	150,00		60,00			35,00						8,00		50,00				303,00
3	Aménagement biologique (plantation) des ravins et leurs emprises	ha	150,00		60,00			35,00						8,00		50,00				303,00
4	Traitement mécanique des glacis de dénudation (Cordons pierreux + banquettes en pierres)	ha	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	2,00	1,00	2,00		10,00	10,00	2,00	3,00	2,00		4,00	50,00
5	Traitement mécanique (Cordons pierreux + banquettes en pierres) des emprises de la route nationale Kayes Diboli	ha	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00											11,00
6	Traitement biologique (plantation) des emprises de la route internationale Kayes Diboli	ha	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00											11,00
7	Traitement biologique des glacis de dénudation	ha	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	2,00	1,00	2,00		10,00	10,00	2,00	3,00	2,00		4,00	50,00
8	Renforcement par reboisement des bandes de galerie forestière sur les bourrelets des berges (50 m de large)	ha	38,70	5,55	5,55	16,55	10,60	13,10	4,05	4,05		5,55	10,60	14,65	3,10	3,10	4,05	5,00	10,00	154,20
9	Traitement mécanique (seuils de sédimentation) des zones très dégradées	ha	10,00				13,00	24,00	16,00					38,00		13,00				114,00
10	Traitement mécanique (Cordons pierreux) des zones très dégradées	ha	2,00				1,50	3,00	2,50					2,00		1,50				12,50
11	Traitement biologique des zones très dégradées	ha	7,00				1,50	13,00	10,50							4,50				36,50
12	Renforcement des plantations urbaines de protection des berges	Pieds																	5 000,00	5 000,00
13	Appui à la protection et à la restauration de forêts classées	ha																	7 500,00	7 500,00
14	Aménagement des accès au fleuve (cf. génie civil)	unité	5,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00		2,00	27,00
15	Plantations le long du fleuve	ha	3,80	0,95	0,95	0,95	1,90	1,90	0,95	0,95	0,95	0,95	1,90	2,85	1,90	1,90	0,95			23,75
16	Végétalisation des bandes de cultures maraîchères et de décrue	ha	25,50	4,50	4,50	10,50	7,50	2,00	3,00	3,00			7,50	10,50	3,00	7,00	3,00		9,00	100,50
17	Réalisation de bosquets villageois et de plantations diverses (brise - vent, ombrage, alignement)	ha	2,00	1,00	1,00	2,00	2,00	6,00	2,00	1,00	3,00		2,00	2,00	1,00	3,00	1,00	1,00	4,00	34,00
18	Déplacement et réinstallation de populations (Ambidédi/Diani, Diakanapé, Samé Wolof, Dar Salam Plantation, Bangassi, Diakalel, Saboussiré, Kakoulou et Denguirai)	Familles	6,00				8,00		6,00		1,00			10,00	10,00	4,00	12,00			57,00
19	Appui à la mise en place de pépinières villageoises ;	ha	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	17,00
20	Appui à la maintenance et à la restauration des zones humides (mares, lacs, marigots, etc.) et des forêts classées	Unité	1,00				1,00									1,00				3,00
21	Travaux de mise en défens et de gardiennage	Homme/an	44,00	16,00	16,00	20,00	16,00	28,00	20,00	5,00	4,00	4,00	15,00	20,00	5,00	12,00	13,00	4,00	20,00	262,00

5.2.2. Evaluation financière

Le projet de protection, de restauration et d'embellissement des berges du fleuve Sénégal dans les cercles de Kayes et Bafoulabé, dans sa dimension DES/CES et protection biologique coûtera un total de UN MILLIARD SEPT CENT UN MILLION VINGT-QUATRE MILLE NEUF CENT SOIXANTE-QUINZE FRANCS (1 701 024 975) FRANCS CFA, pour une durée de 4 ans.

Tableau 16 : Coût estimatif des activités de DES/CES et protection biologique

N°	ACTIVITES	UNITES	QUANTITES	P.U.	MONTANT
1	Renforcement et extension des haies vives existantes	ml	8 200,00	1 450	11 890 000
2	Aménagement mécanique en cordons pierreux des ravins et leurs emprises	ha	303,00	150 000	45 450 000
3	Aménagement biologique (plantation) des ravins et leurs emprises	ha	303,00	600 000	181 800 000
4	Traitement mécanique des glacis de dénudation (Cordons pierreux + banquettes en pierres)	ha	50,00	65 000	3 250 000
5	Traitement mécanique (Cordons pierreux + banquettes en pierres) des emprises de la route nationale Kayes Diboli	ha	11,00	65 000	715 000
6	Traitement biologique (plantation) des emprises de la route internationale Kayes Diboli	ha	11,00	600 000	6 600 000
7	Traitement biologique des glacis de dénudation	ha	50,00	600 000	30 000 000
8	Renforcement par reboisement des bandes de galerie forestière sur les bourrelets des berges (50 m de large)	ha	154,20	600 000	92 520 000
9	Traitement mécanique (seuils de sédimentation) des zones très dégradées	ha	114,00	5 000 000	570 000 000
10	Traitement mécanique (Cordons pierreux) des zones très dégradées	ha	12,50	150 000	1 875 000
11	Traitement biologique des zones très dégradées	ha	36,50	600 000	21 900 000
12	Renforcement des plantations urbaines de protection des berges	Pieds	5 000,00	1 000	5 000 000
13	Appui à la protection et à la restauration de forêts classées	an	5,00	2 000 000	10 000 000
14	Aménagement des accès au fleuve (cf. génie civil)	unité	27,00	-	-
15	Plantations le long du fleuve	ha	23,75	600 000	14 250 000
16	Végétalisation des bandes de cultures maraîchères et de décrue	ha	100,50	35 000	3 517 500
17	Réalisation de bosquets villageois et de plantations diverses (brise - vent, ombrage, alignement)	ha	34,00	600 000	20 400 000
18	Déplacement et réinstallation de populations (Ambidédi/Diani, Diakanapé, Samé Wolof, Dar Salam Plantation, Bangassi, Diakalel, Saboussiré, Kakoulou et Denguirai)	Familles	57,00		PM
19	Appui à la mise en place de pépinières villageoises ;	ha	17,00		PM
20	Appui à la maintenance et à la restauration des zones humides (mares, lacs, marigots, etc.) et des forêts classées	Unité	3,00	5 000 000	15 000 000
21	Travaux de mise en défens et de gardiennage	Homme/an	262,00	600 000	157 200 000
22	Elaboration d'un Plan d'Action de Réinstallation (PAR) et autres études complémentaires	Forfait	1,00	15 000 000	15 000 000
23	Renforcement de capacités (5 ans)	Commune	6,00	20 000 000	120 000 000
24	Equipement (Pendant 5 ans)	Site	17,00	7 500 000	127 500 000
	S/TOTAL				1 453 867 500
25	Regarnissage des plantations et entretien des infrastructures (10% de s/total 1)	%	10,00		145 386 750
26	Frais administratifs	%	7,00		101 770 725
	TOTAL GENERAL				1 701 024 975

Les coûts liés au déplacement et à la réinstallation des populations ne sont pas pris en compte dans cette évaluation financière. Ces coûts seront davantage évalués dans le Plan d'Action de Réinstallation (PAR) qui est à élaborer en phase 2 de l'étude.

5.3. COUT GLOBAL DU POJET

Le coût global du projet comprend :

- Le coût des actions biologiques et mécaniques de DES/CES. Ces coûts sont identiques pour toutes les variantes d'aménagement de génie civil des berges du fleuve ;
- Le coût des ouvrages de génie civil pour la protection des berges et l'accès des populations au fleuve pour les activités humaines.

Les tableaux ci-dessous donnent le coût global du projet pour chaque variante. Il en résulte que la variante 3, option mur à deux niveaux est la moins cher.

Tableau 17 : Coût global du projet (option mur unique en béton armé)

	Variante 1	Variante 2	Variante 3
GENIE CIVIL	15 980 177 842	13 289 499 690	11 025 636 690
DRS/CES	1 701 024 975	1 701 024 975	1 701 024 975
TOTAL	17 681 202 817	14 990 524 665	12 726 666 665

Tableau 18 : Coût global du projet (option mur à deux niveaux)

	Variante 1	Variante 2	Variante 3
GENIE CIVIL	10 907 537 864	9 986 463 818	8 569 955 018
DRS/CES	1 701 024 975	1 701 024 975	1 701 024 975
TOTAL	12 608 562 839	11 687 488 793	8 569 955 018

6. CONCLUSION

Les berges constituent un enjeu écologique et socio-économique d'une grande importance pour les populations riveraines du fleuve Sénégal. Elles abritent aujourd'hui de nombreux périmètres horticoles et maraîchers dont l'existence a contribué à rehausser le niveau de la production horticole notamment maraîchère dans le haut bassin du fleuve Sénégal, en améliorant les revenus des producteurs réduisant ainsi le chômage et l'immigration dans la zone.

Cependant on constate depuis plus d'une trentaine d'années une dégradation accélérée et constante de l'écosystème des berges. Les causes identifiées sont nombreuses : il y a les facteurs naturels tels que les effets des sécheresses récurrentes, les lâchers d'eau de Manantali, le ruissellement et l'érosion, et les facteurs anthropiques que sont les pratiques agricoles extensives des cultures sèches sur les plateaux, les défrichements, les déboisements, l'exploitation des carrières de banco, de sable et de graviers.

Les effets de ces pratiques sont néfastes sur l'environnement à travers la diminution voire disparition des espèces ligneuses, l'ensablement du lit du fleuve, la sédimentation des mares, les pertes de terre (habitation et agricole) dues à l'érosion en nappe, rigoles, ou ravines, l'élargissement du lit du fleuve, la prolifération des adventices nouvelles gênant les captures de poisson et la circulation sur le fleuve.

Dans certains cas, le cadre de vie des populations est menacé : déplacement des habitations, difficultés d'accès au fleuve, diminution des espaces de cultures maraîchères, éboulement des berges menaçant l'existence des périmètres.

L'ensemble de ces problèmes interpelle tous les acteurs concernés par le développement du bassin du fleuve Sénégal.

Compte tenu de l'ampleur du phénomène, La protection, la restauration et l'embellissement des berges du fleuve Sénégal sont traitées dans le présent rapport de façon globale et intégrée avec une approche terroir au niveau des villages et des communautés villageoises et d'aménagement du territoire au niveau communal. Une combinaison d'actions et de mesures est proposée pour enrayer le phénomène. Il s'agit des mesures de DRS/CES, des mesures de génie civil et des mesures de protection biologique.

Cette lutte intégrée comporte deux aspects :

- Les actions d'ordre préventif telles que l'information, la sensibilisation, la formation et la communication ; l'adoption de systèmes de production adéquats notamment des cultures sèches adaptées, l'implication des populations locales dans l'identification des projets de restauration et de protection des berges, le suivi et l'entretien des ouvrages ;
- Les actions d'ordre curatif telles que : le choix et la réalisation de dispositifs anti – érosifs appropriés, la mise en œuvre d'un programme intensif de protection biologique, les mesures de génie civil permettant de renforcer la protection des berges, etc.

Les mesures de protection des berges et de restauration des sols sont assez coûteuses et nécessitent l'engagement de tous.

Bibliographie

- 1- Rolf Schüttrumpf et Dramane DIARRA : Rapport final. Programme de protection du fleuve Niger « composante Protection des berges ». Juin 2009
- 2- OMVS : Projet de gestion des ressources en eau et de l'environnement du bassin du fleuve Sénégal .Avril 2008.
- 3- Rapport d'analyse des protections des berges élaboré par le groupement BURGEAP/SEMIS – mai 2008
- 4- Mikael Guillou ag. Stabilisez vos berges, Québec
- 5- Anne Blondel -Magali Paulhan : Techniques d'aménagement des berges pour la lutte contre les crues, ARPE (Agence Régionale Pour l'Environnement MIDI PYRENES)
- 6- recueil des fiches techniques en gestion des ressources naturelles et de productions agro-sylvo-pastorales
- 7- CRRA/ESPGRN-Kayes, 2002 : Rapport Final, 8ème Session du Comité de Programme : Diagnostic des systèmes de production –caractérisation et fonctionnement des unités de production agricole (UPA) de la région de Kayes.
- 8- Cellule de Planification, de Coordination et de Suivi du Développement du Bassin du fleuve Sénégal (Cellule Nationale OMVS), 2002 : Avant Projet de tableau de Bord 2001 pour le suivi du développement de la partie malienne du bassin du fleuve Sénégal. Ministère de l'Intégration Africaine.
- 9- CMDT, 1995 : Programme Maintien du Potentiel Productif. Module de Formation Érosion et Lutte anti-érosive. Documentation sessions de Formation. Référentiel Technique.
- 10- CNRA, 1999 : Plan Stratégique de la Recherche Agricole 1999-2005.
- 11- Département des Nations Unies pour le Développement Économique et Social (DDES) Cellule OMVS, Projet MLI/91/001, 1992 : Rapport Final Situation et Perspectives du Secteur Agricole dans la partie du bassin du fleuve Sénégal. PNUD.
- 12- Hugues, Dupriez et De Leener, Philippe, 1990 : Les chemins de l'eau. Ruissellement, irrigation, drainage. Manuel tropical. Terres et Vie, CTA, L'Harmattan.
- 13- IPR de Katibougou/Dramane DIARRA, 1983, Contribution à l'Etude de la Sensibilité des Sols de Katibougou à l'Erosion : Expérimentation en Parcelles de Wischmeir, 2e Campagne 1983, Memoire de Fin d'Etudes, Decembre 1983, 32P ;
- 14- JGRC, 2001 : Guide technique de la conservation des terres agricoles, Société Japonaise des Ressources Vertes.
- 15- JGRC, 2001 : Guide technique du boisement, Société Japonaise des Ressources Vertes.
- 16- KAMISSOKO, C.D, & al : Manuel de terrain sur la dégradation du milieu et la complexité de la mise en œuvre des dispositifs anti-érosifs.
- 17- Ministère Chargé des Ressources Naturelles et de l'Elevage/ DNEF, 1991, PIRL, Phase B, Synthèse Régionale, CTFT, Septembre 1991

- 18- MDP/DRPS, 2003 : Annuaire Statistique région de Kayes, Année 2001.
- 19- MAÏGA, H : Rapport d'étape. Projet "Evaluation économique des systèmes culturaux maraîchers du cercle de Kayes ;
- 20- MEE/DNEF, 1990, Projet Inventaire des Ressources Ligneuses et Occupation Agricole des Terres au Mali ; Notices des cercles de Kayes et de Bafoulabé, Région de Kayes, CTFT, Juin 1990 ;
- 21- MEME/DNH, 2008 : Inventaire des Informations pour le Système d'Information pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (SI – GIRE), Rapport Principal, GTZ, AHT – GROUP – AG, BETICO, Bamako, Novembre 2008, 268P
- 22- PIRT, 1983 : Les ressources terrestres au Mali.
- 23- OMVS, 2009 : SDAGE du fleuve Sénégal, Rapport de Phase 1 : Etat des lieux et de Diagnostic, Version Prévisoire, Août 2009 ;
- 24- Région de Kayes, Assemblée Régionale, 2009: Schéma Régional d'Aménagement du Territoire de Kayes (SRAT – Kayes), Bilan Diagnostic, Rapport Prévisoire, Janvier – Février 2009 ;
- 25- République du Niger, Ministère du Développement Agricole : Recueil des Fiches Techniques en Gestion des Ressources Naturelles et de Productions Agro – Sylvico – Pastorales, Programme d'Actions Communautaires (PAC) ;
- 26- RUELLE, P & al, 1990 : Défense et restauration des sols.
- 27- Collection fiches techniques. ISRA
- 28- Réseau Africain sur les Approches Participatives (RAAP), 1999 : Participation Villageoise au Développement rural. Institut Royal des tropiques (KIT)- Banque Mondiale.
- 29- SIDIBE, Toumani, 1984 : Les techniques de conservation des eaux et des sols/défense restauration des sols au Mali
- 30- Google, www.wikipedia.org/wiki/Jatropha_curcas

ANNEXE 1 : Coûts des variantes par site

VARIANTE 1**(L'ensemble des murs de soutènement est réalisé en Béton armé)****AMBIDEDI****OPTION1 : MUR UNIQUE**

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	2860	293 160	838 437 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	180	1 957 000	352 260 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	50	1 580 000	79 000 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	350	2 302 353	805 823 529
TOTAL AMBIDEDI					2 075 521 129

MOUSSALA

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	430	293 160	126 058 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	70	2 302 353	161 164 706
TOTAL MOUSSALA					420 443 506

TAMBOKANE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	430	293 160	126 058 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	70	2 302 353	161 164 706
TOTAL TAMBOKANE					420 443 506

DIAKANAPE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	530	293 160	155 374 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	70	2 302 353	161 164 706
TOTAL DIAKANAPE					449 759 506

SOMAKIDI VILLAGE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	530	293 160	155 374 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	70	2 302 353	161 164 706
TOTAL SOMANKIDI VILLAGE					449 759 506

SOMAKIDI COURA

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	280	293 160	82 084 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	70	2 302 353	161 164 706
TOTAL SOMANKIDI COURA					376 469 506

SAME PLANTATION

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	510	293 160	149 511 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	1 957 000	234 840 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	140	2 302 353	322 329 412
TOTAL SAME PLANTATION					738 281 012

SAME OUOLOF

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	1560	293 160	457 329 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	1 957 000	234 840 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	140	2 302 353	322 329 412
TOTAL SAME WOLOF					1 046 099 012

DAR SALAM PLANTATION

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	550	293 160	161 238 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	70	2 302 353	161 164 706
TOTAL DAR SALAM PLANTATION					455 622 706

DARSALAM SAME

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	330	293 160	96 742 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	70	2 302 353	161 164 706
TOTAL DAR SALAM PLANTATION					391 127 506

BANGASSI

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	660	293 160	193 485 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	1 957 000	234 840 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	140	2 302 353	322 329 412
TOTAL BANGASSI					782 255 012

DIAKALEL

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	660	293 160	193 485 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	1 957 000	234 840 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	700	2 302 353	1 611 647 059
TOTAL DIAKALEL					2 071 572 659

SABOUSSIRE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	760	293 160	222 801 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	1 957 000	234 840 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	140	2 302 353	322 329 412
TOTAL SABOUSSIRE					811 571 012

KAKOULOU

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	460	293 160	134 853 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	1 957 000	234 840 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	140	2 302 353	322 329 412
TOTAL KAKOULOU					723 623 012

DENGUERA

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	230	293 160	67 426 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	70	2 302 353	161 164 706
TOTAL DENGUERA					361 811 506

BAFOULABE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	293 160	17 589 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	1 957 000	234 840 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml		2 302 353	
TOTAL BAFOULABE					284 029 600

VARIANTE 1**(L'ensemble des murs de soutènement est réalisé en Béton armé)****AMBIDEDI****OPTION2 : MUR A DEUX NIVEAUX**

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Mur de soutènement en maçonnerie de pierres				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	2860	293 160	838 437 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	180	998 600	179 748 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	50	1 580 000	79 000 000
1.4	Mur de soutènement en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	350	1 174 824	411 188 235
TOTAL AMBIDEDI					1 508 373 835

MOUSSALA

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	430	293 160	126 058 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	70	1 174 824	82 237 647
TOTAL MOUSSALA					284 012 447

TAMBOKANE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	430	293 160	126 058 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	70	1 174 824	82 237 647
TOTAL TAMBOKANE					284 012 447

DIAKANAPE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	530	293 160	155 374 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	70	1 174 824	82 237 647
TOTAL DIAKANAPE					313 328 447

SOMAKIDI VILLAGE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	530	293 160	155 374 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	70	1 174 824	82 237 647
TOTAL SOMANKIDI VILLAGE					313 328 447

SOMAKIDI COURA

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	280	293 160	82 084 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	70	1 174 824	82 237 647,06
TOTAL SOMANKIDI COURA					240 038 447

SAME PLANTATION

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	510	293 160	149 511 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	998 600	119 832 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	140	1 174 824	164 475 294
TOTAL SAME PLANTATION					465 418 894

SAME OUOLOF

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	1560	293 160	457 329 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	998 600	119 832 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	140	1 174 824	164 475 294
TOTAL SAME WOLOF					773 236 894

DAR SALAM PLANTATION

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	550	293 160	161 238 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	70	1 174 824	82 237 647
TOTAL DAR SALAM PLANTATION					319 191 647

DAR SALAM SAME

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	330	293 160	96 742 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	70	1 174 824	82 237 647
TOTAL DAR SALAM SAME					254 696 447

BANGASSI

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	660	293 160	193 485 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	998 600	119 832 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	140	1 174 824	164 475 294
TOTAL BANGASSI					509 392 894

DIAKALEL

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	660	293 160	193 485 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	998 600	119 832 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	700	1 174 824	822 376 471
TOTAL DIAKALEL					1 167 294 071

SABOUSSIRE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	760	293 160	222 801 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	998 600	119 832 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	140	1 174 824	164 475 294
TOTAL SABOUSSIRE					538 708 894

KAKOULOU

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	460	293 160	134 853 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	998 600	119 832 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	140	1 174 824	164 475 294
TOTAL KAKOULOU					450 760 894

DENGUERA

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	230	293 160	67 426 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	70	1 174 824	82 237 647
TOTAL DENGUERA					225 380 447

BAFOULABE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	293 160	17 589 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	998 600	119 832 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml		1 174 824	
TOTAL BAFOULABE					169 021 600

VARIANTE 2**(Les murs de soutènement2 seront réalisés en béton armé)****AMBIDEDI****OPTION2 : MUR UNIQUE**

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	2860	293 160	838 437 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	180	1 957 000	352 260 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	50	1 580 000	79 000 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	350	1 255 420	439 397 000
TOTAL AMBIDEDI					1 709 094 600

MOUSSALA

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	430	293 160	126 058 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	70	1 255 420	87 879 400
TOTAL MOUSSALA					347 158 200

TAMBOKANE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	430	293 160	126 058 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	70	1 255 420	87 879 400
TOTAL TAMBOKANE					347 158 200

DIAKANAPE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	530	293 160	155 374 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	70	1 255 420	87 879 400
TOTAL DIAKANAPE					376 474 200

SOMAKIDI VILLAGE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	530	293 160	155 374 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	70	1 255 420	87 879 400
TOTAL SOMANKIDI VILLAGE					376 474 200

SOMAKIDI COURA

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	280	293 160	82 084 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	70	1 255 420	87 879 400
TOTAL SOMANKIDI COURA					303 184 200

SAME PLANTATION

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	510	293 160	149 511 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				0
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	1 957 000	234 840 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				0
1.3.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				0
1.4.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	140	1 255 420	175 758 800
TOTAL SAME PLANTATION					591 710 400

SAME OUOLOF

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	1560	293 160	457 329 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	1 957 000	234 840 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	140	1 255 420	175 758 800
TOTAL SAME WOLOF					899 528 400

DARSALAM PLANTATION

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	550	293 160	161 238 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	70	1 255 420	87 879 400
TOTAL DAR SALAM PLANTATION					382 337 400

DARSALAM SAME

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	330	293 160	96 742 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	70	1 255 420	87 879 400
TOTAL DAR SALAM PLANTATION					317 842 200

BANGASSI

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	660	293 160	193 485 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				0
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	1 957 000	234 840 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				0
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				0
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	140	1 255 420	175 758 800
TOTAL BANGASSI					635 684 400

DIAKALEL

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	660	293 160	193 485 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	1 957 000	234 840 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	700	1 255 420	878 794 000
TOTAL DIAKALEL					1 338 719 600

SABOUCIRE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	760	293 160	222 801 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	1 957 000	234 840 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	140	1 255 420	175 758 800
TOTAL SABOUSSIRE					442 198 800

KAKOULOU

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	460	293 160	134 853 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	1 957 000	234 840 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	140	1 255 420	175 758 800
TOTAL KAKOULOU					577 052 400

DENGUERA

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	230	293 160	67 426 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	70	1 255 420	87 879 400
TOTAL DENGUERA					288 526 200

BAFOULABE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	293 160	17 589 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	1 957 000	234 840 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml		1 255 420	
TOTAL BAFOULABE					284 029 600

VARIANTE 2*(Les murs de soutènement2 seront réalisés en gabion)***AMBIDEDI****OPTION2 : MUR A DEUX NIVEAUX**

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	2860	293 160	838 437 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	180	998 600	179 748 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	50	1 580 000	79 000 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	350	888 600	311 010 000
TOTAL AMBIDEDI					1 408 195 600

MOUSSALA

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	430	293 160	126 058 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	70	888 600	62 202 000
TOTAL MOUSSALA					263 976 800

TAMBOKAN

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	430	293 160	126 058 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	70	888 600	62 202 000
TOTAL TAMBOKANE					263 976 800

DIAKANAPE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	530	293 160	155 374 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	70	888 600	62 202 000
TOTAL DIAKANAPE					293 292 800

SOMAKIDI VILLAGE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	530	293 160	155 374 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	70	888 600	62 202 000
TOTAL SOMANKIDI VILLAGE					293 292 800

SOMAKIDI COURA

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	280	293 160	82 084 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
			70	888 600	62 202 000
TOTAL SOMANKIDI COURA					220 002 800

SAME PLANTATION

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	510	293 160	149 511 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	998 600	119 832 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	140	888 600	124 404 000
TOTAL SAME PLANTATION					425 347 600

SAME OUOLOF

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	1560	293 160	457 329 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	998 600	119 832 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	140	888 600	124 404 000
TOTAL SAME WOLOF					733 165 600

DARSALAM PLANTATION

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	550	293 160	161 238 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	70	888 600	62 202 000
TOTAL DAR SALAM PLANTATION					299 156 000

DARSALAM SAME

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	330	293 160	96 742 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	70	888 600	62 202 000
TOTAL DAR SALAM PLANTATION					234 660 800

BANGASS

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	660	293 160	193 485 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	998 600	119 832 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	140	888 600	124 404 000
TOTAL BANGASSI					469 321 600

DIAKALEL

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	660	293 160	193 485 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	998 600	119 832 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	700	888 600	622 020 000
TOTAL DIAKALEL					966 937 600

SABOUCIRE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	760	293 160	222 801 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	998 600	119 832 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	140	888 600	124 404 000
TOTAL SABOUSSIRE					275 836 000

KAKOULOU

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	460	293 160	134 853 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	998 600	119 832 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	140	888 600	124 404 000
TOTAL KAKOULOU					410 689 600

DENGUERA

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	230	293 160	67 426 800
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	70	888 600	62 202 000
TOTAL DENGUERA					205 344 800

BAFOULABE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	293 160	17 589 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	998 600	119 832 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml		888 600	
TOTAL BAFOULABE					169 021 600

VARIANTE3

(Les murs de soutènement2 sont substitués en des protections aux enrochements)

AMBIDEDI**OPTION2 : MUR UNIQUE**

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	3210	293 160	941 043 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	180	1 957 000	352 260 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	50	1 580 000	79 000 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	2 302 353	
TOTAL AMBIDEDI					1 372 303 600

MOUSSALA

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	500	293 160	146 580 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	2 302 353	
TOTAL MOUSSALA					279 800 000

TAMBOKANE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	500	293 160	146 580 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	2 302 353	
TOTAL TAMBOKANE					279 800 000

DOAKANAPE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	600	293 160	175 896 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	2 302 353	
TOTAL DIAKANAPE					309 116 000

SOMAKIDI VILLAGE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	600	293 160	175 896 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	2 302 353	
TOTAL SOMANKIDI VILLAGE					309 116 000

SOMAKIDI COURA

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	350	293 160	102 606 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	2 302 353	
TOTAL SOMANKIDI COURA					235 826 000

SAME PLANTATION

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	650	293 160	190 554 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	1 957 000	234 840 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	0	2 302 353	
TOTAL SAME PLANTATION					456 994 000

SAME OUOLOF

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	1700	293 160	498 372 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	1 957 000	234 840 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	2 302 353	
TOTAL SAME WOLOF					764 812 000

DAR SALAM PLANTATION

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	620	293 160	181 759 200
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	2 302 353	
TOTAL DAR SALAM PLANTATION					314 979 200

DAR SALAM SAME

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	400	293 160	117 264 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	2 302 353	
TOTAL DAR SALAM SAME					250 484 000

BANGASSI

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	800	293 160	234 528 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	1 957 000	234 840 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	2 302 353	
TOTAL BANGASSI					500 968 000

DIAKALEL

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	1360	293 160	398 697 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	1 957 000	234 840 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	2 302 353	
TOTAL DIAKALEL					665 137 600

SABOUSSIRE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	900	293 160	263 844 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	1 957 000	234 840 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	2 302 353	
TOTAL SABOUSSIRE					530 284 000

KAKOULOU

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	600	293 160	175 896 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	1 957 000	234 840 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	2 302 353	
TOTAL KAKOULOU					442 336 000

DENGUERA

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	300	293 160	87 948 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	1 957 000	117 420 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	2 302 353	
TOTAL DENGUERA					221 168 000

BAFOULABE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	293 160	17 589 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	1 957 000	234 840 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml		2 302 353	
TOTAL BAFOULABE					284 029 600

VARIANTE3**(Les murs de soutènement sont remplacés par des protections aux enrochements)****AMBIDEDI****OPTION2 : Mur à deux niveaux**

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Mur de soutènement en maçonnerie de pierres				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	3210	293 160	941 043 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	180	998 600	179 748 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	50	1 580 000	79 000 000
1.4	Mur de soutènement en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	1 174 824	
TOTAL AMBIDEDI					1 199 791 600

MOUSSALA

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	500	293 160	146 580 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	1 174 824	
TOTAL MOUSSALA					222 296 000

TAMBOKANE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	500	293 160	146 580 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	1 174 824	
TOTAL TAMBOKANE					222 296 000

DIAKANAPE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	600	293 160	175 896 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	1 174 824	
TOTAL DIAKANAPE					251 612 000

SOMANKIDI VILLAGE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	600	293 160	175 896 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	1 174 824	
TOTAL SOMANKIDI VILLAGE					251 612 000

SOMANKIDI COURA

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	350	293 160	102 606 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	1 174 824	
TOTAL SOMANKIDI COURA					178 322 000

SAME PLANTATION

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	650	293 160	190 554 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	998 600	119 832 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en gabion				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,2m	ml	0	1 174 824	
TOTAL SAME PLANTATION					341 986 000

SAME WOLOF

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	1700	293 160	498 372 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	998 600	119 832 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	1 174 824	
TOTAL SAME WOLOF					649 804 000

DAR SALAM PLANTATION

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	620	293 160	181 759 200
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	1 174 824	
TOTAL DAR SALAM PLANTATION					257 475 200

DAR SALAM SAME

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	400	293 160	117 264 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	1 174 824	
TOTAL DAR SALAM SAME					192 980 000

BANGASSI

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	800	293 160	234 528 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	998 600	119 832 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	1 174 824	
TOTAL BANGASSI					385 960 000

DIAKALEL

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	1360	293 160	398 697 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	998 600	119 832 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	1 174 824	
TOTAL DIAKALEL					550 129 600

SABOUSSIRE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	900	293 160	263 844 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	998 600	119 832 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	1 174 824	
TOTAL SABOUSSIRE					415 276 000

KAKOULOU

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	600	293 160	175 896 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	998 600	119 832 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	1 174 824	
TOTAL KAKOULOU					327 328 000

DENGUERA

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	300	293 160	87 948 000
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	998 600	59 916 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	10	1 580 000	15 800 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	0	1 174 824	
TOTAL DENGUERA					163 664 000

BAFOULABE

N°	Désignation	U	Quantités	Prix Unitaires (F CFA)	Montant (F CFA)
1.1	Protection en enrochement				
1.1.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	60	293 160	17 589 600
1.2	Mur de soutènement et plate forme en béton armé				
1.2.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	120	998 600	119 832 000
1.3	Gradins et paliers en béton armé				
1.3.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml	20	1 580 000	31 600 000
1.4	Mur de soutènement2 en béton armé				
1.4.1	De hauteur moyenne 8,20m	ml		1 174 824	
TOTAL BAFOULABE					169 021 600

ANNEXE 2 : Schémas de principe des différents ouvrages

Vue en plan d'un accès

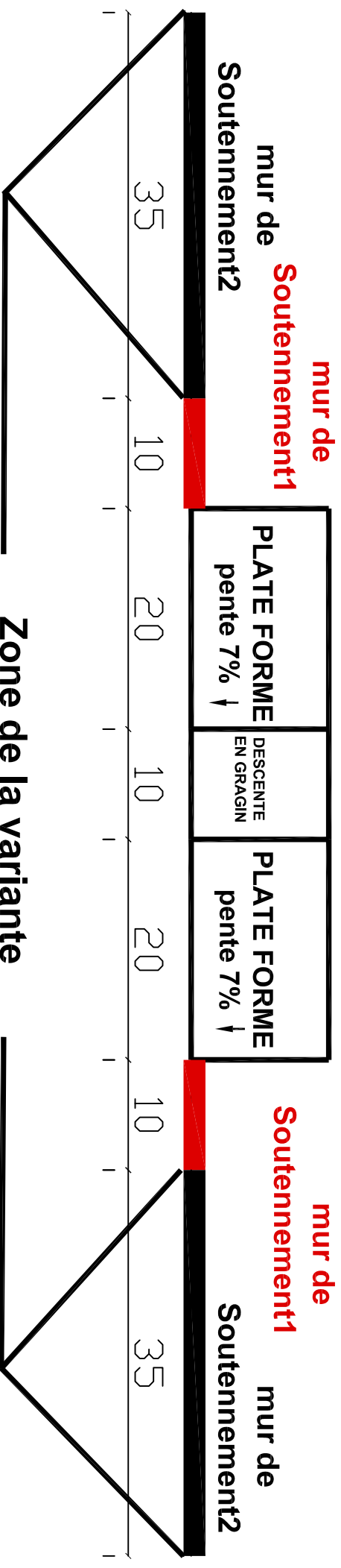
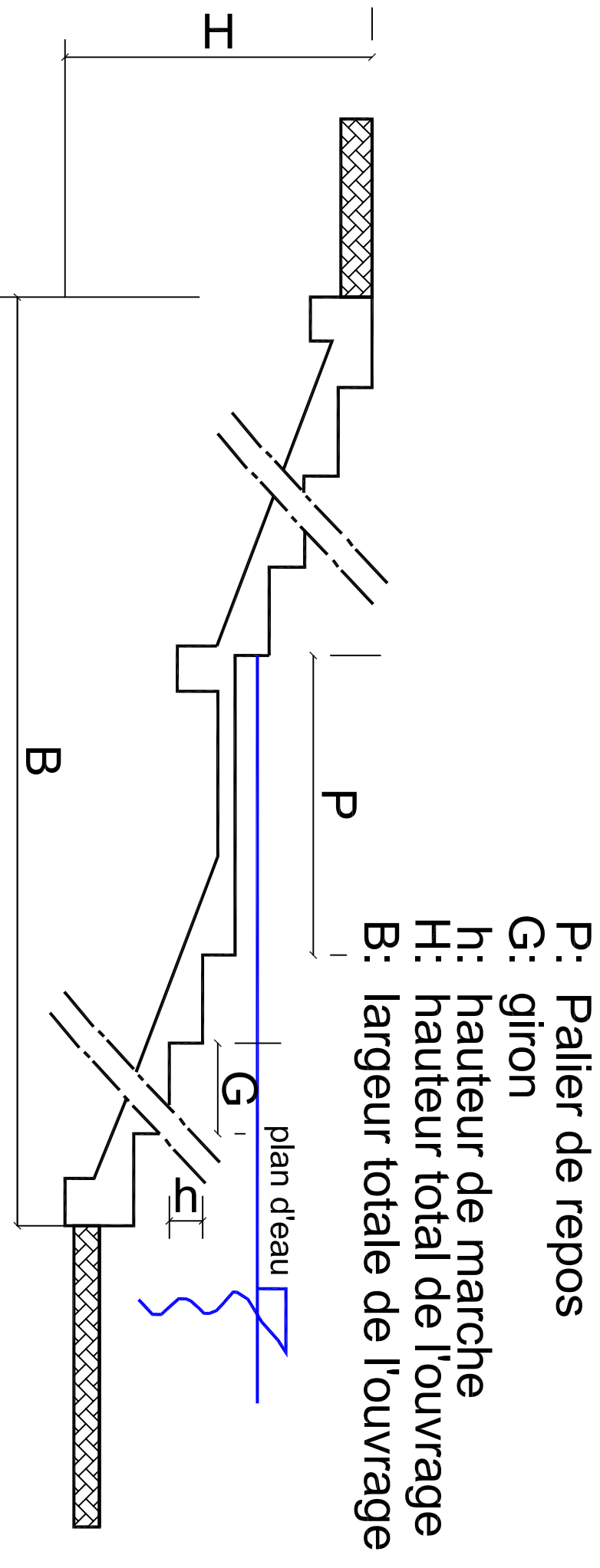
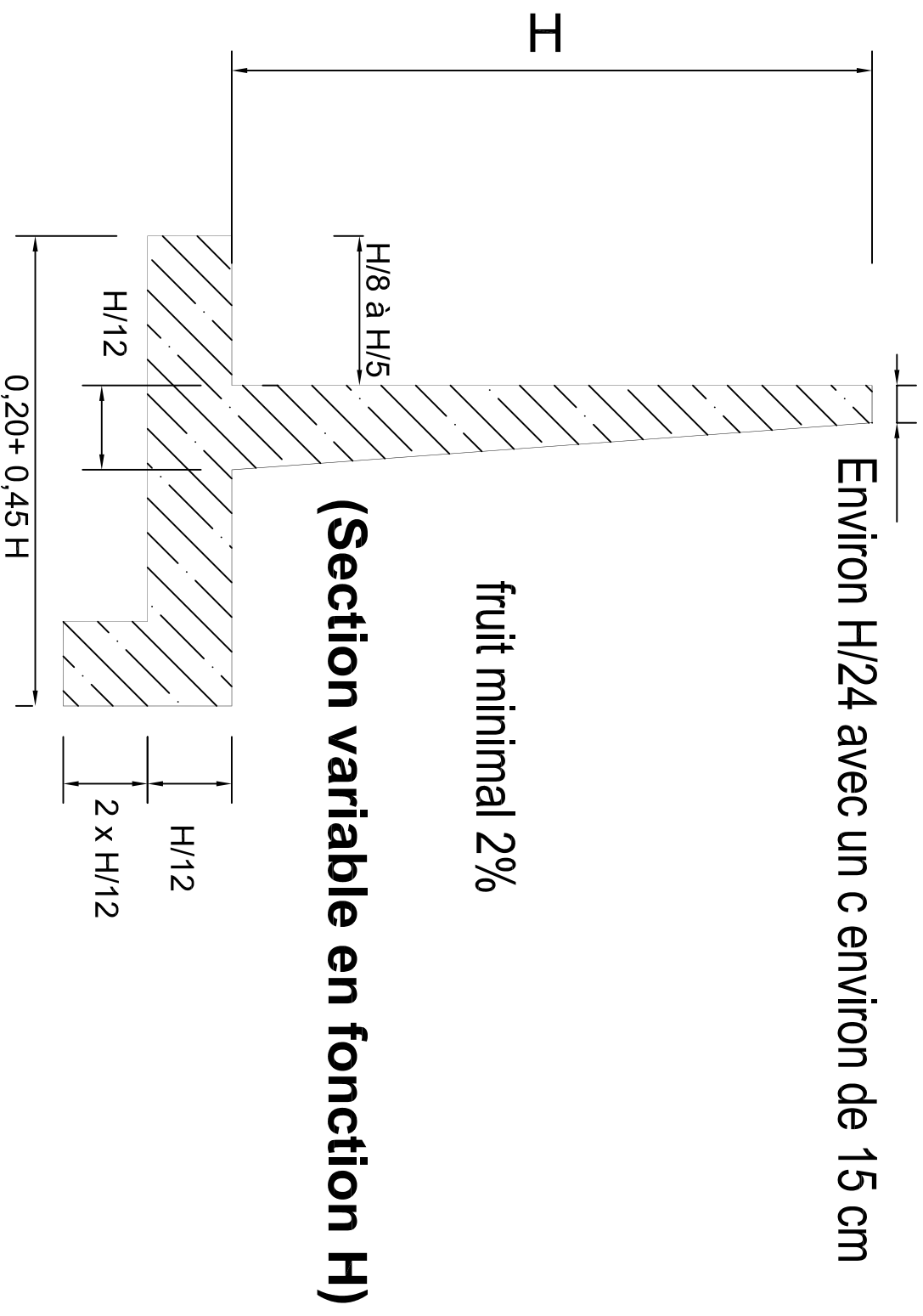


Schéma de Principe des gradins



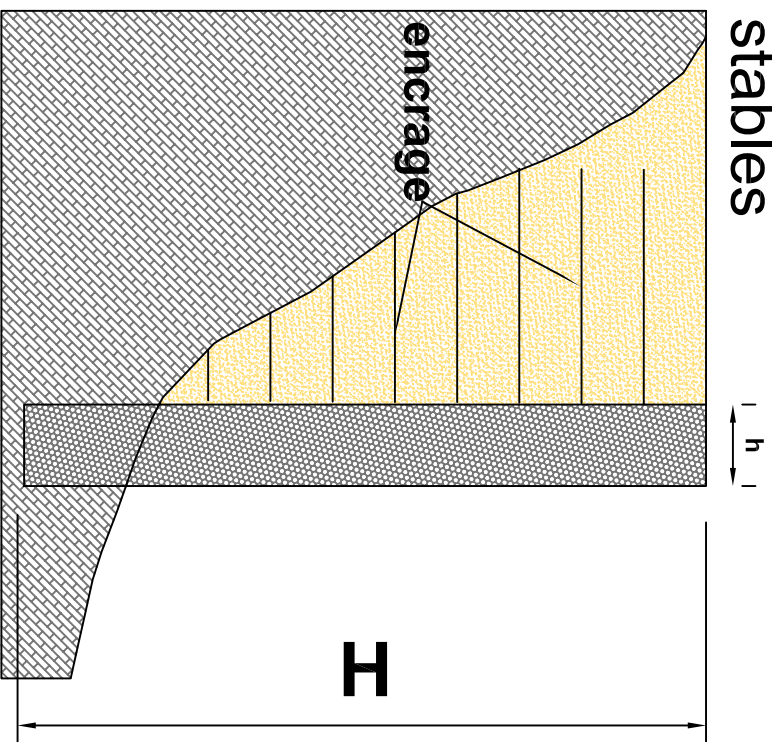
(h, P, G variables en fonction de H et de B)

Schéma de principe des murs de soutènement en béton armé

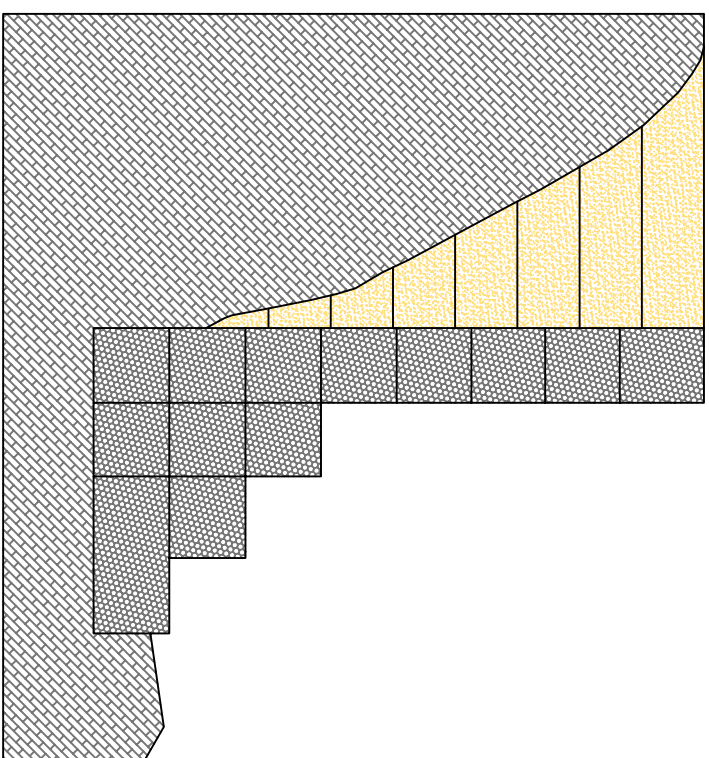


Profil type des ouvrages en gabions

Base: Ouvrage sur berges
stables



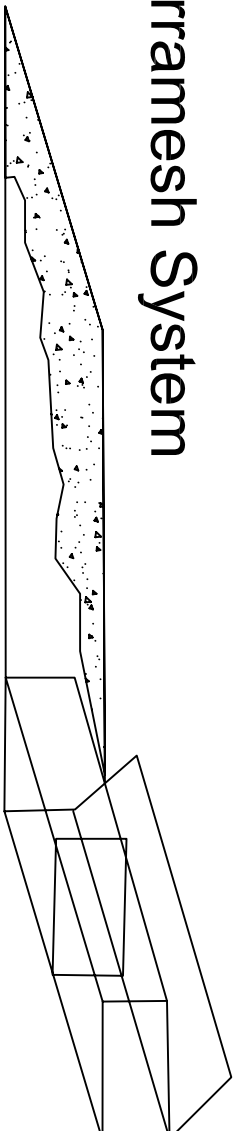
Base: Ouvrage sur berges et
lits instables



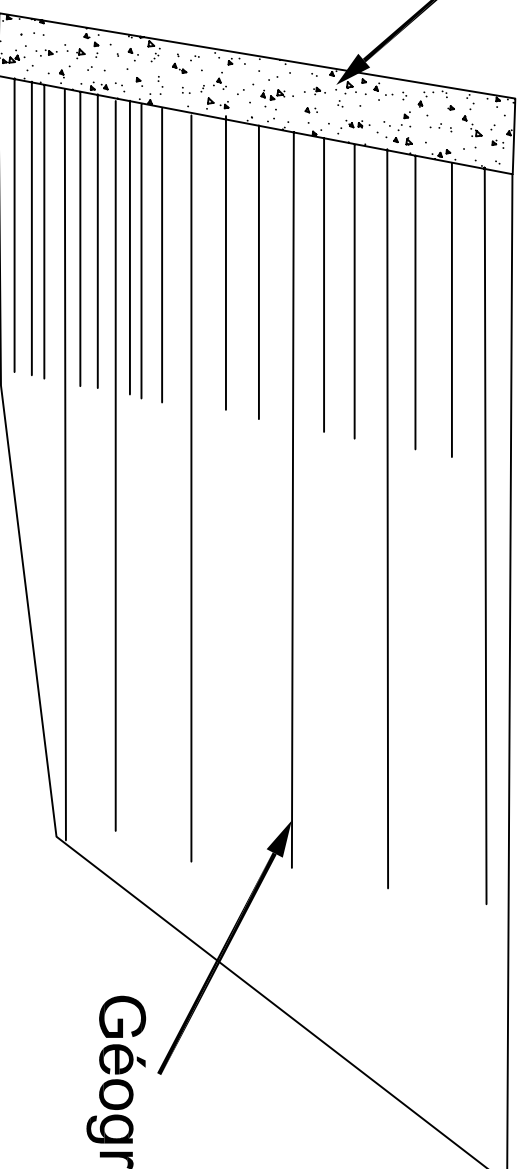
(h variable en fonction de H)

Terramesh System

Terramesh System



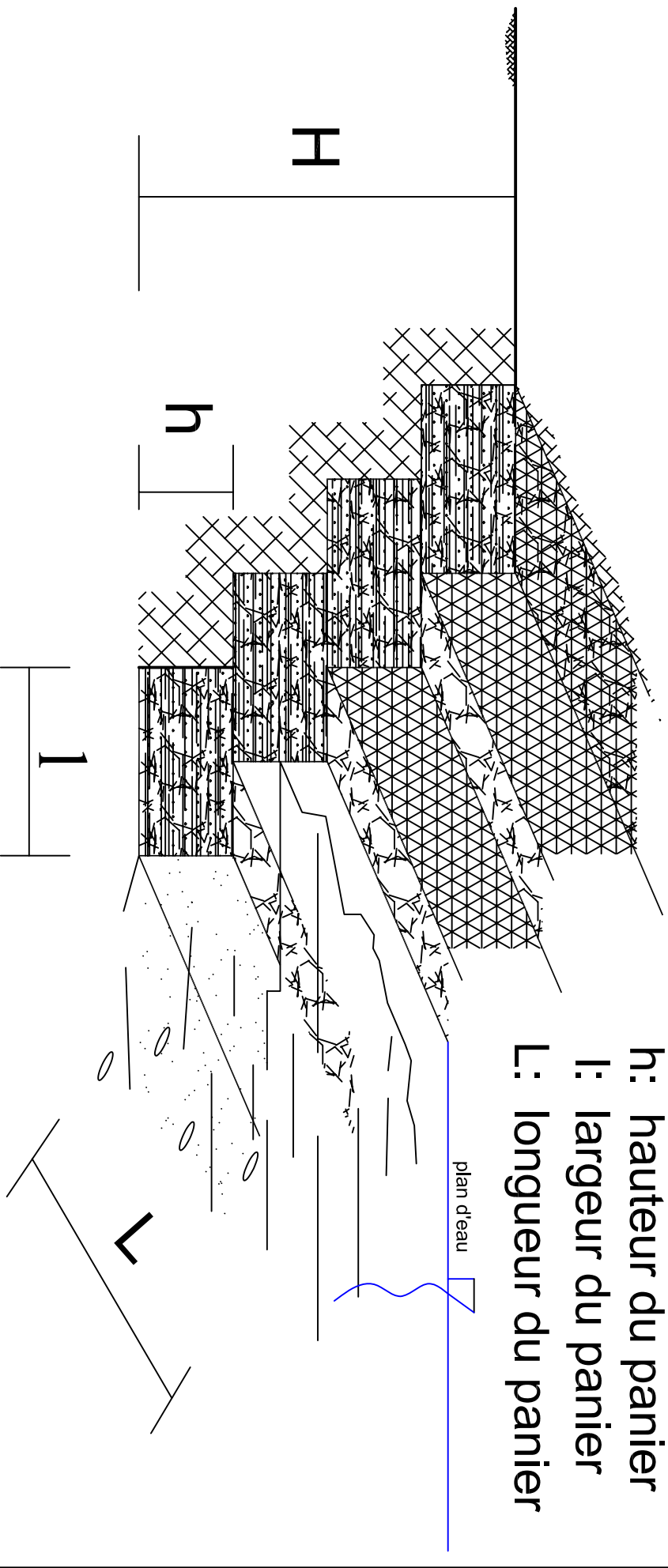
Terramesh System
parement minéral



Géogrille

Schéma de principe du gabionnage

(h, l variables en fonction de H)



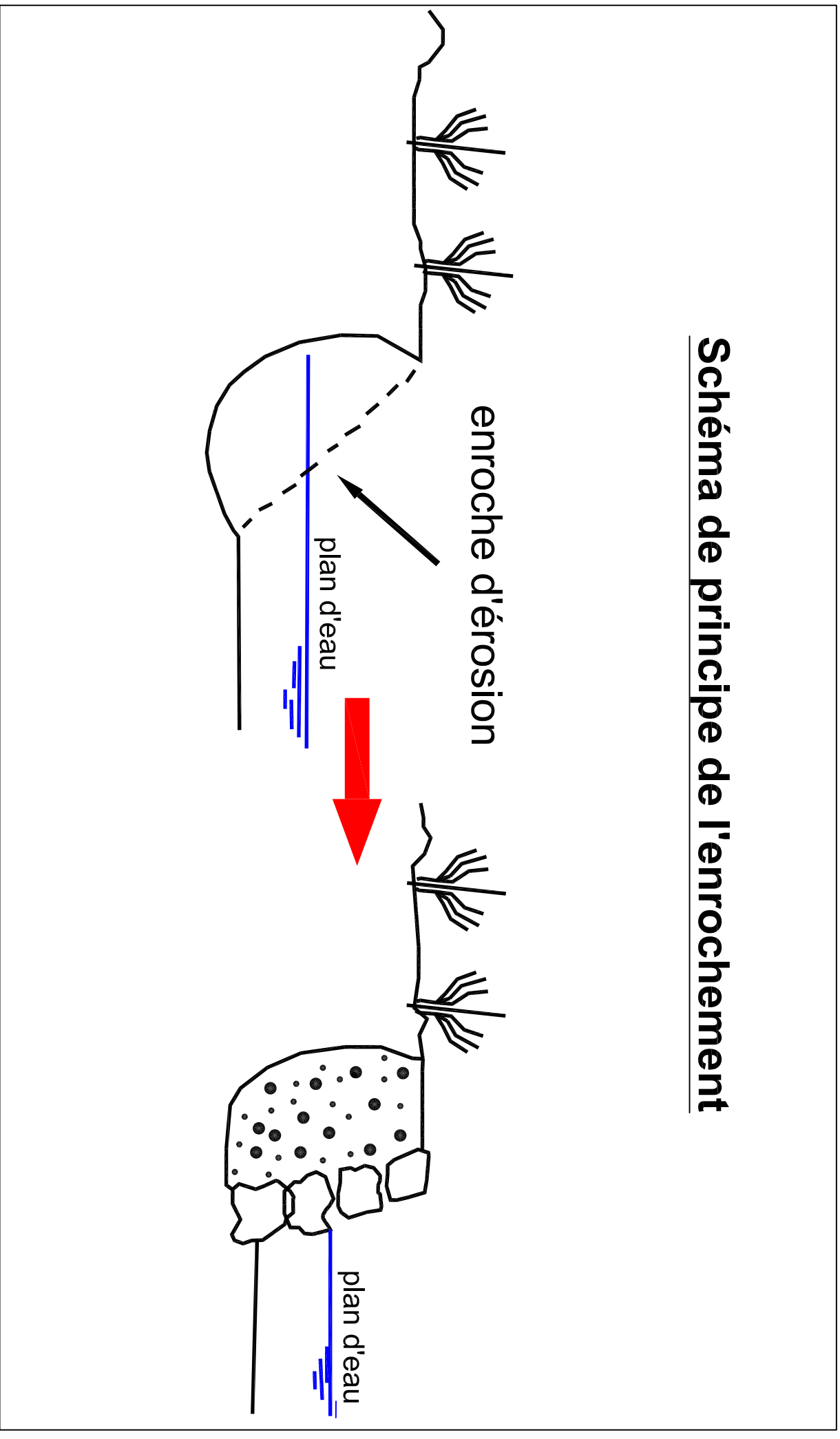
H : hauteur de l'ouvrage

h : hauteur du panier

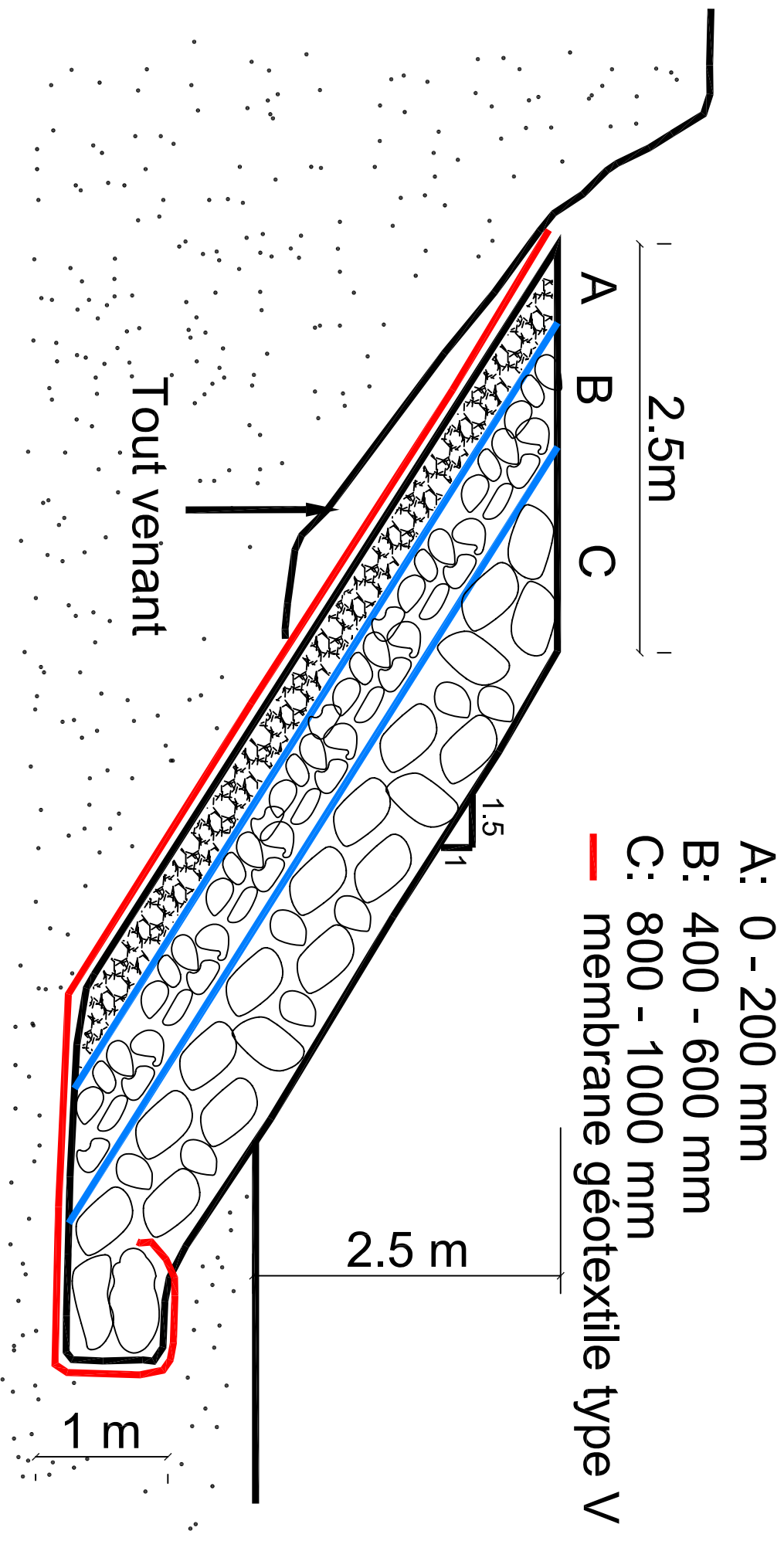
l : largeur du panier

L : longueur du panier

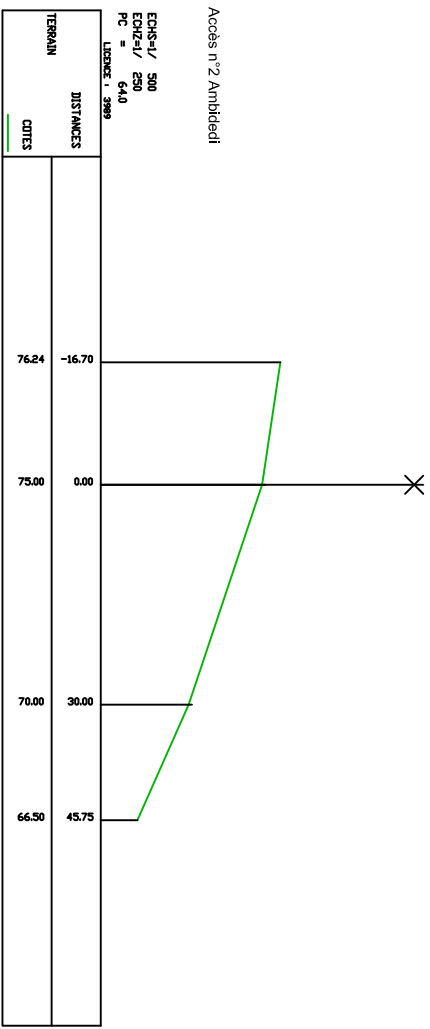
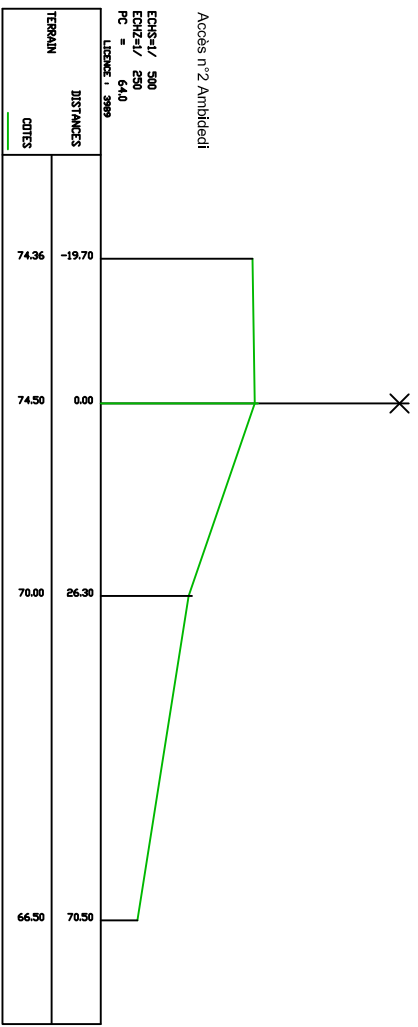
Schéma de principe de l'enrochement



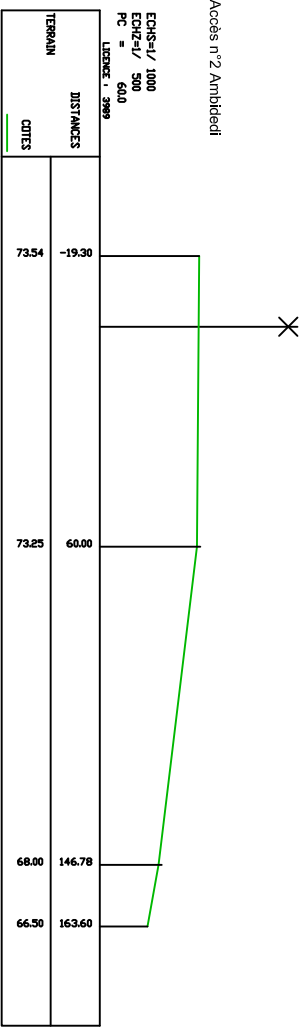
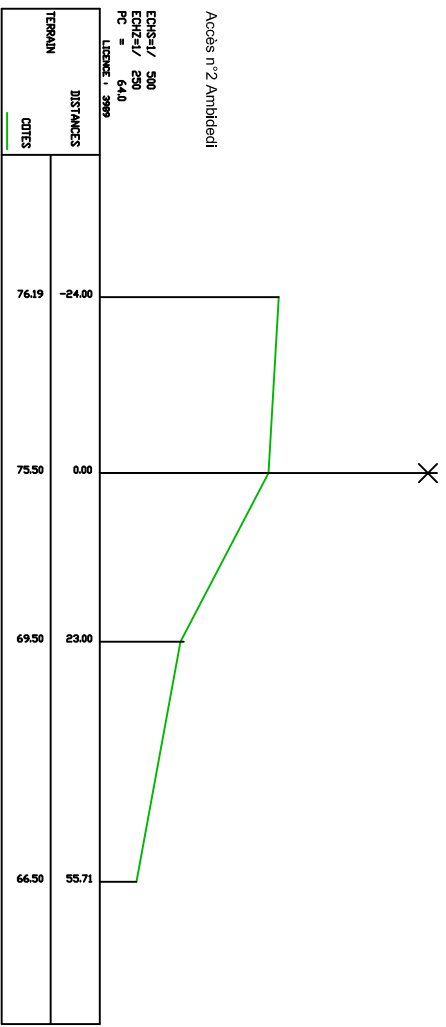
Matériaux pour enrochement



ANNEXE 3 : Profils en Travers des berges à l'axe des différents points d'accès

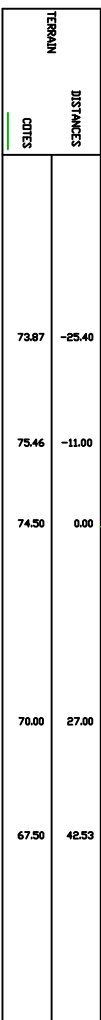


+



Accès n°3 Moussalla

ECHS=I/ 500
 ECHZ=I/ 250
 PC = 65,0
 LIGNE n° 3989



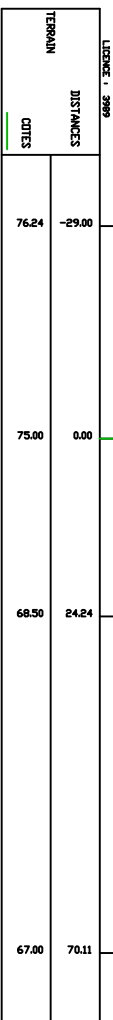
Accès n°5 Diakanapé

ECHS=I/ 200
 ECHZ=I/ 100
 PC = 67,0
 LIGNE n° 3989



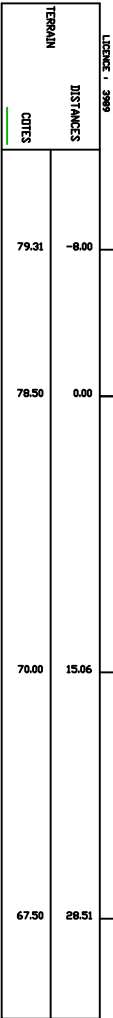
Accès n°2 Ambledfi

ECHS=I/ 500
 ECHZ=I/ 250
 PC = 64,0
 LIGNE n° 3989

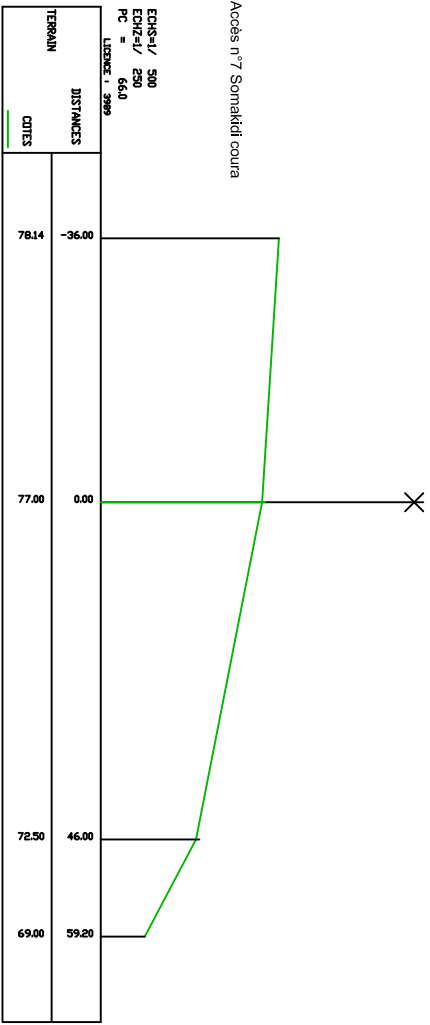


Accès n°4 Tambokané

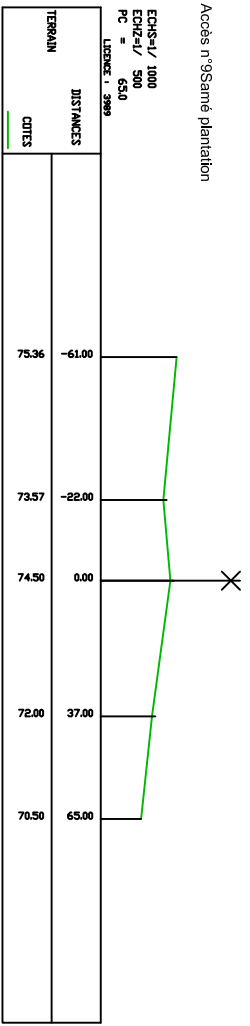
ECHS=I/ 200
 ECHZ=I/ 100
 PC = 66,0
 LIGNE n° 3989



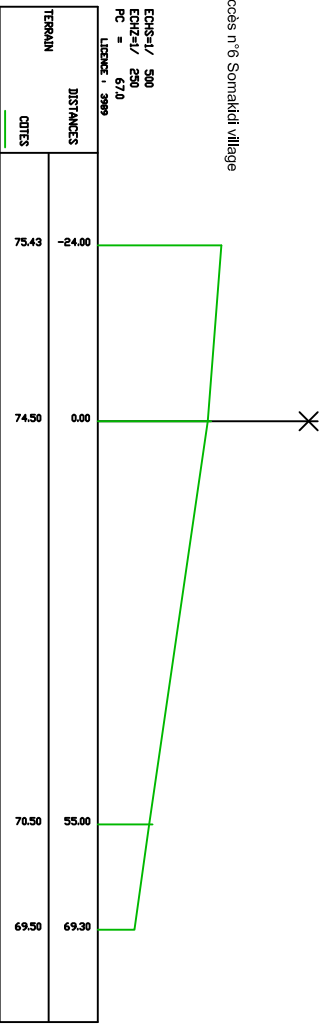
Accès n°7 Somakidi coura



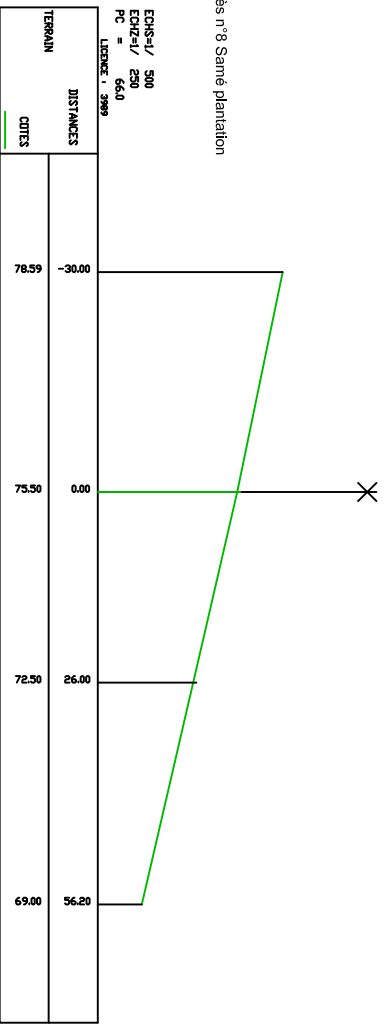
Accès n°9 Samé plantation



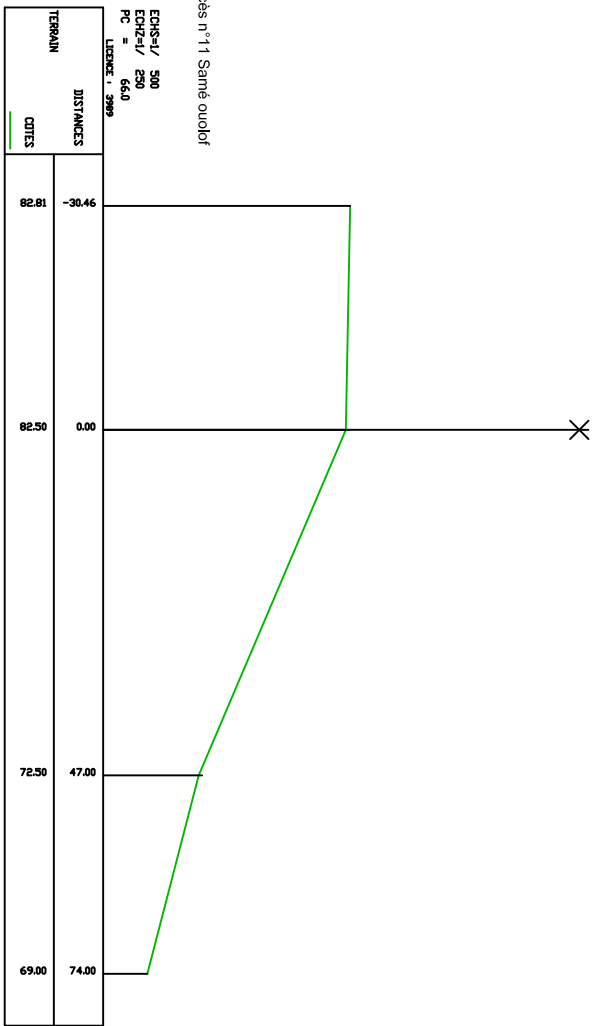
Accès n°6 Somakidi village



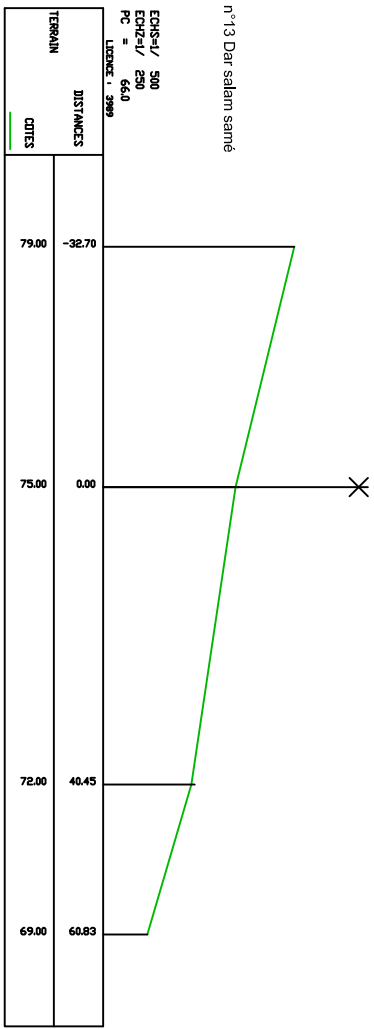
Accès n°8 Samé plantation



Accès n°11 Samé oulof

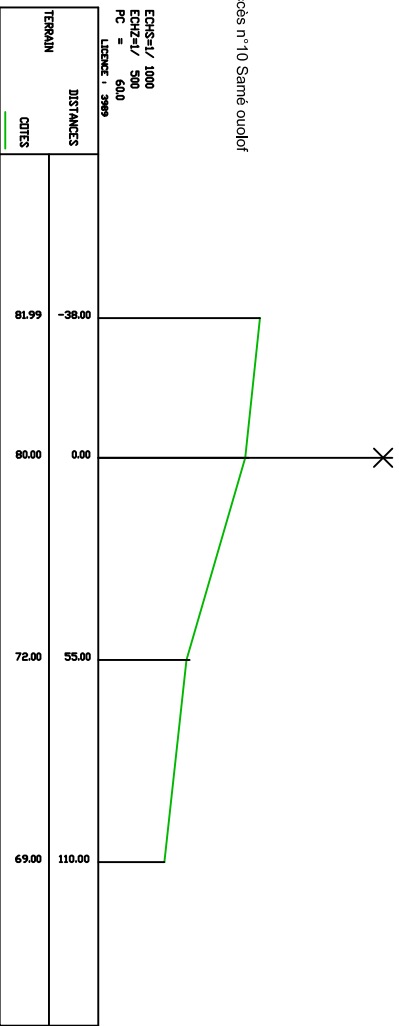


Accès n°13 Dar salam samé

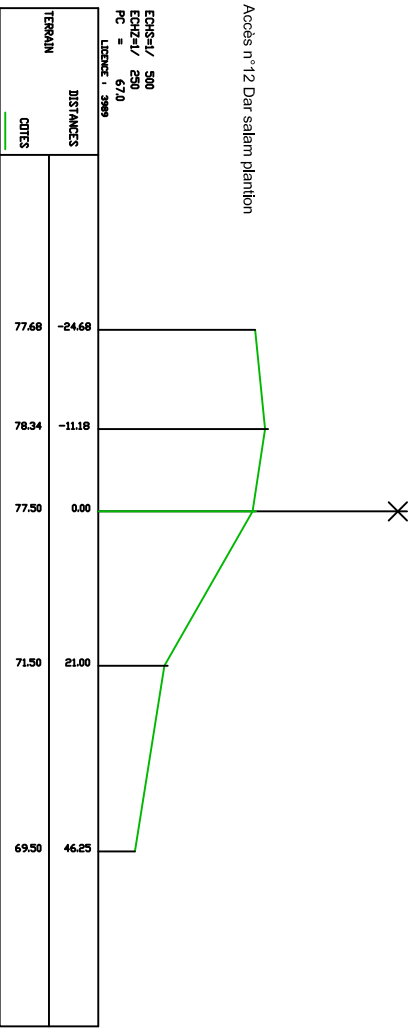


+

Accès n°10 Samé oulof

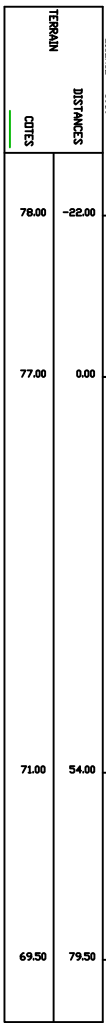


Accès n°12 Dar salam planton



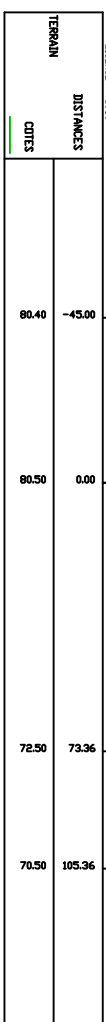
Accès n°15 Bangasssi

ECHS=I/ 500
 ECHZ=I/ 250
 PC = 67,0
 LIGNE n° 3989



Accès n°17 DIAKALELE

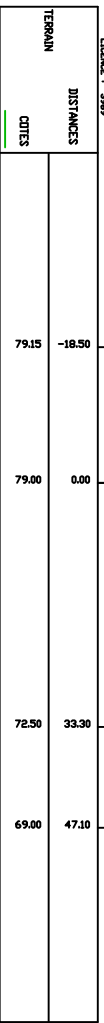
ECHS=I/ 1000
 ECHZ=I/ 500
 PC = 63,0
 LIGNE n° 3989



+

Accès n°14 Bangasssi

ECHS=I/ 500
 ECHZ=I/ 250
 PC = 66,0
 LIGNE n° 3989



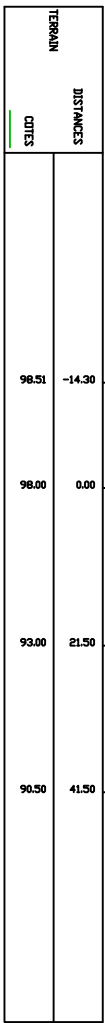
Accès n°16 Diakalele

ECHS=I/ 500
 ECHZ=I/ 250
 PC = 68,0
 LIGNE n° 3989



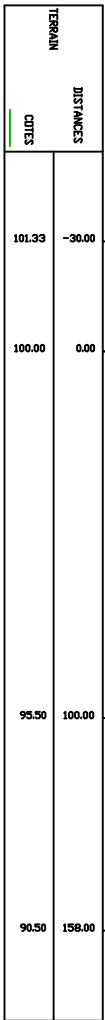
Accès n°19 Saboussure

ECHS=I/ 500
ECHZ=I/ 250
PC = 880
LIGNE n° 3989



Accès n°21 Kakoulou

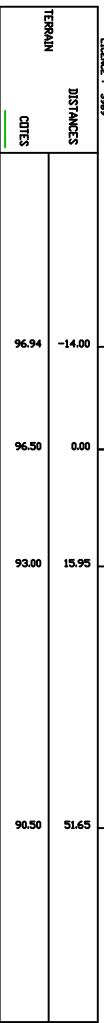
ECHS=I/ 1000
ECHZ=I/ 500
PC = 850
LIGNE n° 3989



+

Accès n°18 Saboussure

ECHS=I/ 500
ECHZ=I/ 250
PC = 880
LIGNE n° 3989



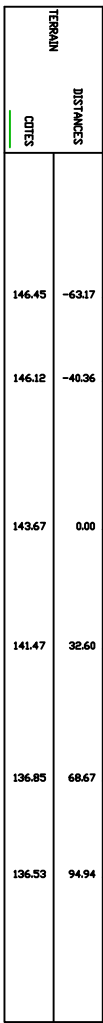
Accès n°20 Kakoulou

ECHS=I/ 1000
ECHZ=I/ 500
PC = 850
LIGNE n° 3989



Accès n°23 Bafoulabe

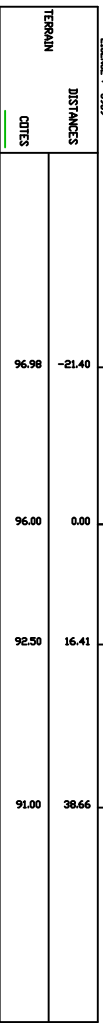
ECHS=1/ 1000
 ECHZ=1/ 500
 PC = 130,0
 LIGNE 1 : 3989



+

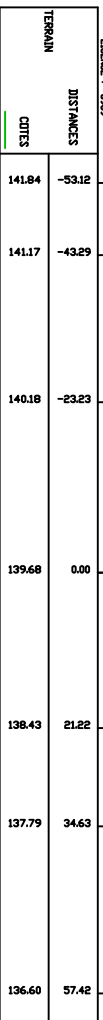
Accès n°22 Denguera

ECHS=1/ 500
 ECHZ=1/ 250
 PC = 99,0
 LIGNE 1 : 3989



Accès n°24 Bafoulabe

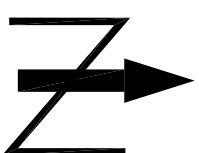
ECHS=1/ 500
 ECHZ=1/ 250
 PC = 134,0
 LIGNE 1 : 3989



ANNEXE 4 : Fond topographique avec les ouvrages projetés des sites

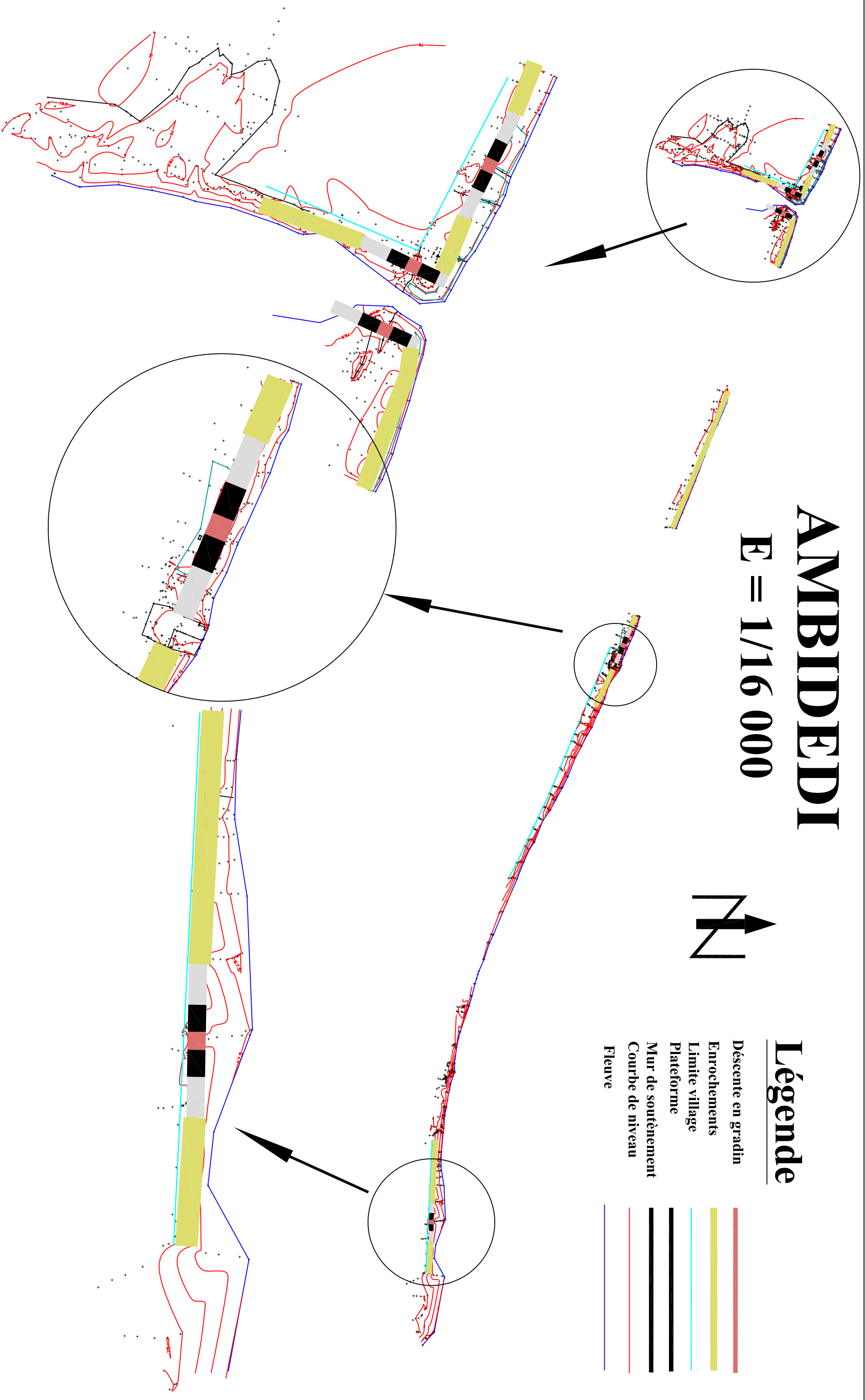
AMBRIDEDI

E = 1/16 000



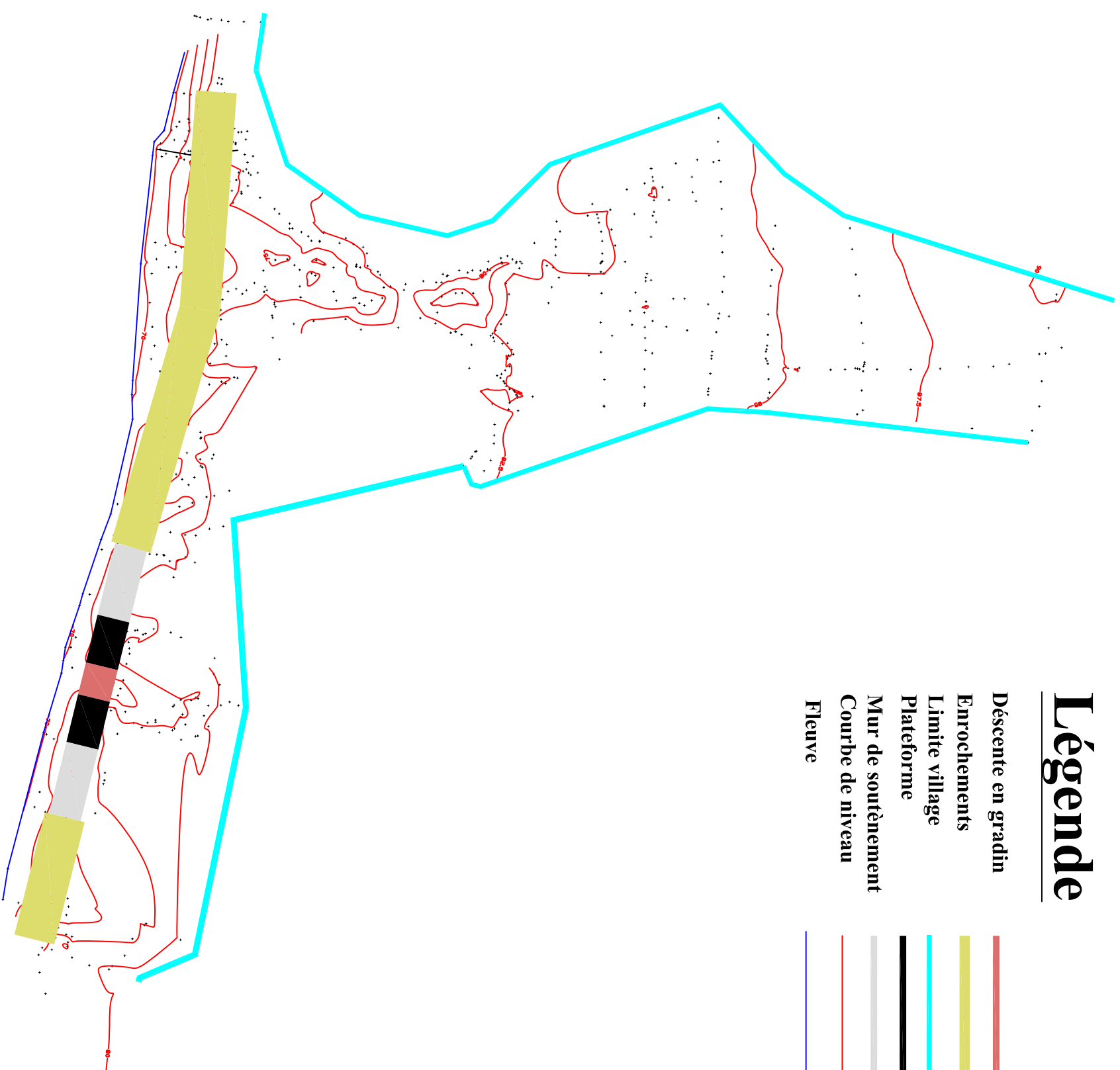
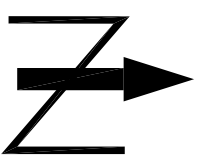
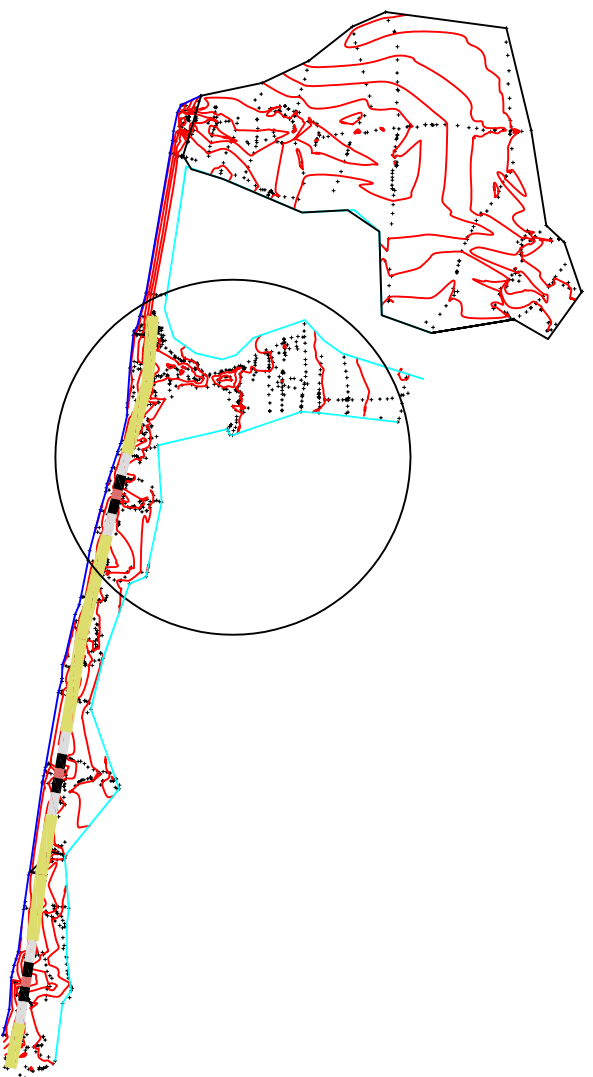
Légende

- Descente en gradin
- Enrochements
- Limite village
- Plateforme
- Mur de soutènement
- Courbe de niveau
- Fleuve



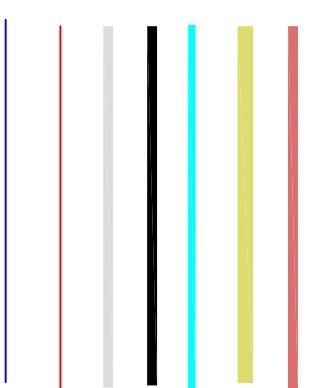
BANGASSI (DIAKALEL)

Ech: 1/16 000










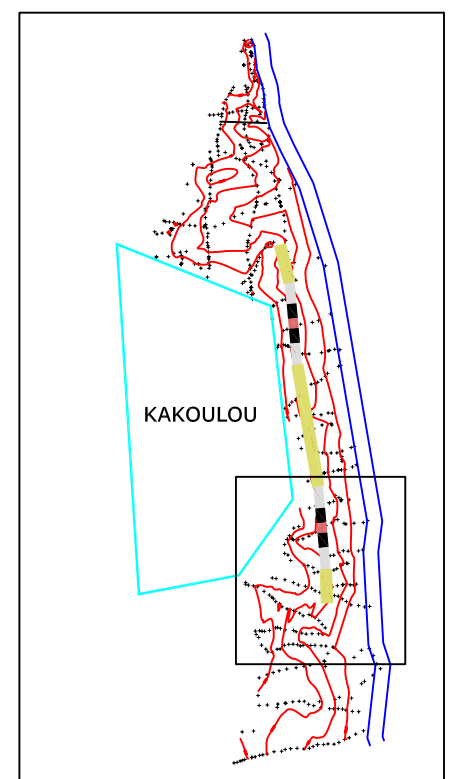
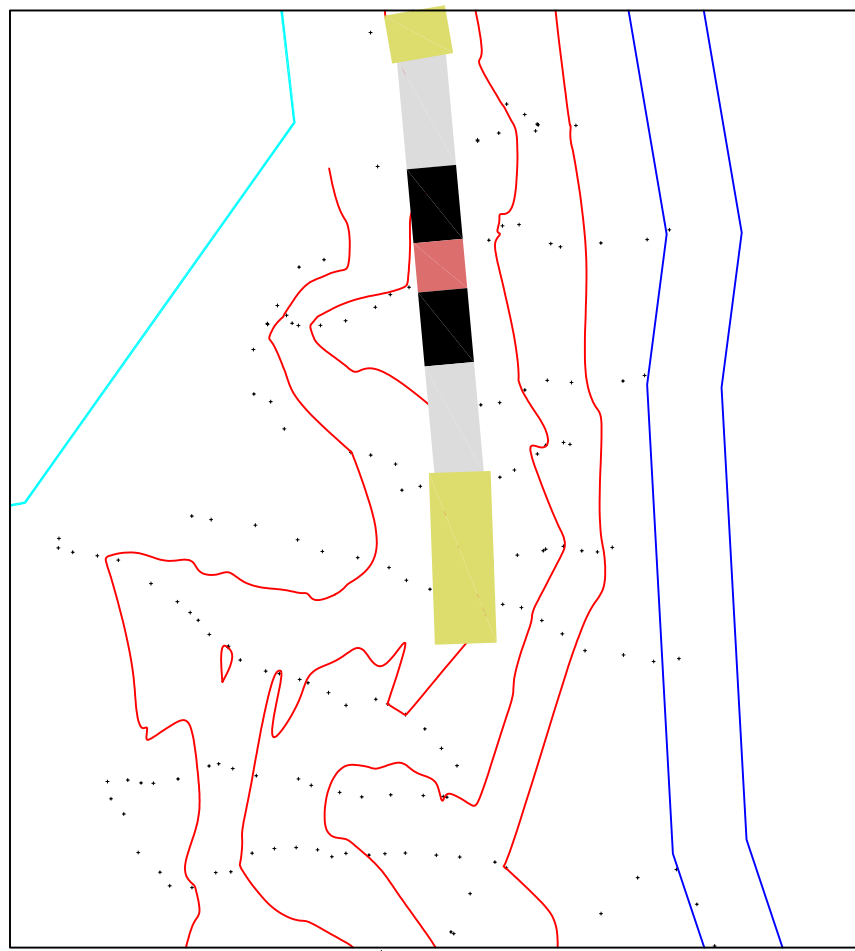
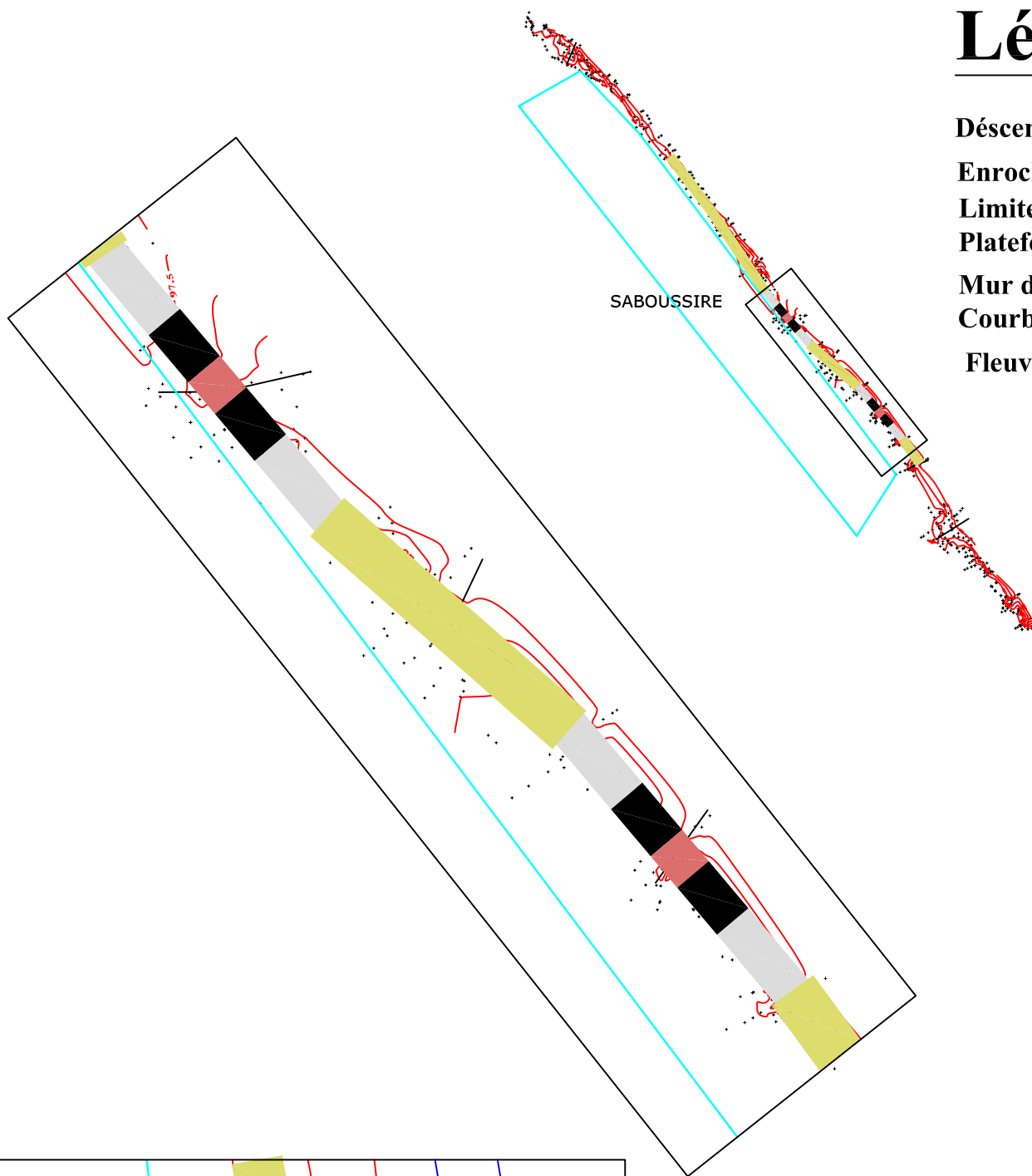
Légende

- Déscente en gradin
- Enrochements
- Limite village
- Plateforme
- Mur de soutènement
- Courbe de niveau
- Fleuve



Légende

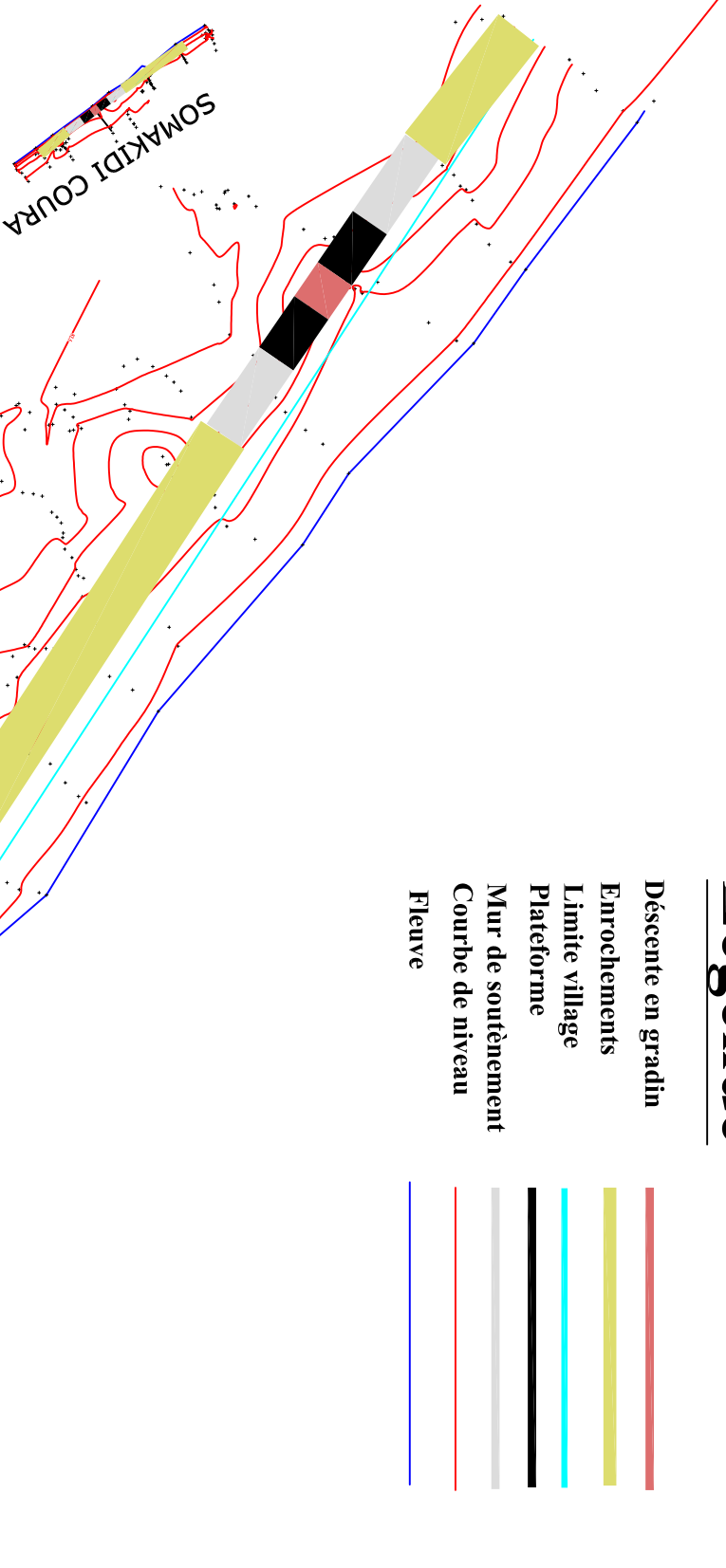
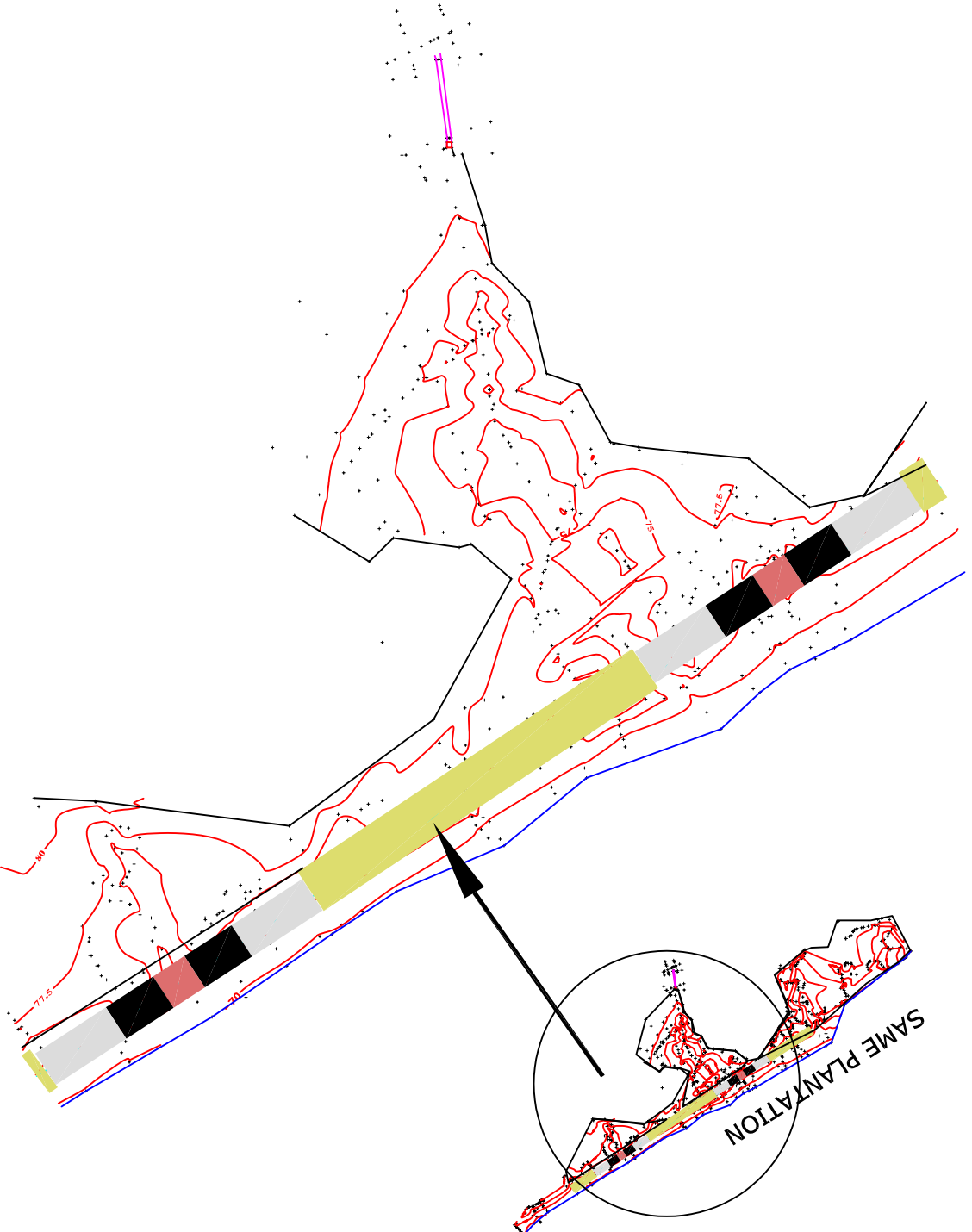
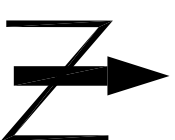
Déscente en gradin	
Enrochements	
Limite village	
Plateforme	
Mur de soutènement	
Courbe de niveau	
Fleuve	



Logo (Saboussiré)
E = 1/16 000

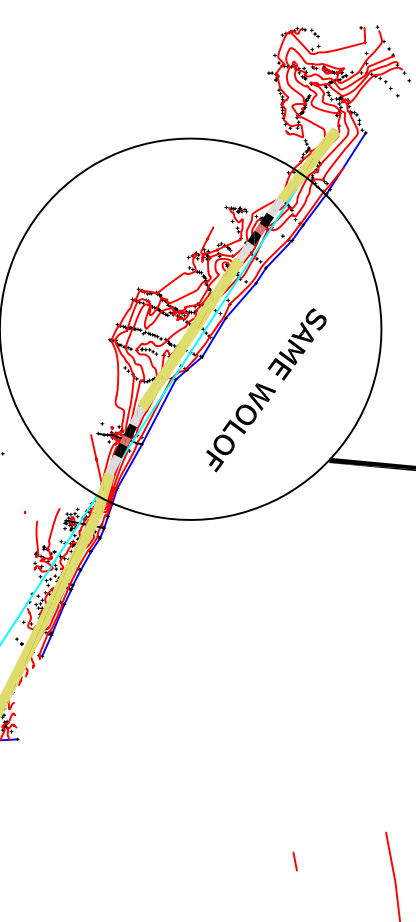
Légende

- Descente en gradin
- Enrochements
- Limite village
- Plateforme
- Mur de soutènement
- Courbe de niveau
- Fleuve



Samé et Somakidi-Coura

E = 1/18 000



ANNEXES 5 : Données hydrologiques

Annexe 5 : Données pluviométriques aux stations météorologiques de Kayes et de Bafoulabé**Pluviométrie Moyenne (mm) à Kayes**

Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	TOTAL
1960	0.0	0.0	0.0	0.0	32.1	65.4	206.7	240.6	187.5	22.1	0.0	0.0	754.4
1961	0.0	0.0	0.0	0.0	33.0	101.6	235.5	134.0	156.1	0.4	0.0	0.0	660.6
1962	0.0	0.0	0.0	0.0	14.9	77.5	178.8	193.9	87.6	60.1	21.4	0.0	634.2
1963	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	93.6	347.2	226.7	129.6	77.0	0.0	0.0	887.3
1964	0.0	0.0	0.0	0.0	39.0	145.3	142.0	258.7	95.9	3.3	0.0	0.0	684.2
1965	1.5	0.0	0.0	0.0	5.9	80.6	123.8	348.8	156.1	23.4	25.4	2.9	768.4
1966	0.0	0.0	0.0	0.0	26.7	168.2	229.1	176.2	208.6	38.6	0.0	0.0	847.4
1967	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	109.0	166.8	199.7	164.6	7.6	0.2	0.0	656.9
1968	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	64.3	138.0	142.6	80.7	41.6	0.3	0.0	468.0
1969	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9	94.5	165.4	227.8	96.1	204.0	0.0	0.0	798.7
1970	0.0	0.0	0.0	0.0	27.2	44.0	166.4	208.4	108.3	0.0	0.0	0.0	554.3
1971	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	101.8	153.4	275.8	53.4	4.0	0.0	0.0	589.5
1972	0.0	0.0	0.0	2.2	28.1	49.8	124.4	129.9	123.3	26.5	0.5	0.0	484.7
1973	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	135.0	87.1	205.8	82.0	8.2	0.0	0.0	538.1
1974	0.0	0.0	0.0	0.5	8.5	24.0	116.3	324.6	181.5	20.0	0.0	0.0	675.4
1975	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	27.4	242.5	169.5	116.2	33.0	0.0	0.0	598.5
1976	0.0	0.0	0.0	0.2	19.9	78.0	234.8	243.0	125.9	72.6	0.0	2.4	776.8
1977	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	51.1	194.9	84.3	249.1	6.2	0.0	0.0	591.6
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	59.8	247.9	166.8	178.7	65.0	0.4	9.0	739.4
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	84.5	164.7	135.0	51.0	75.3	0.0	19.8	538.5
1980	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	40.4	44.6	218.8	170.6	2.3	0.0	0.0	480.6
1981	0.0	0.0	0.4	0.0	15.0	46.1	232.2	183.6	110.4	5.7	0.0	0.0	593.4
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	34.9	106.0	257.2	90.2	39.1	0.0	0.0	532.6
1983	0.0	0.2	0.0	0.1	4.7	147.7	116.0	80.2	66.6	12.3	0.0	0.0	427.8
1984	0.0	0.0	0.0	0.2	10.4	170.4	88.2	160.2	126.6	53.3	0.0	0.0	609.3
1985	0.0	0.0	0.3	0.0	0.2	64.6	263.0	214.8	165.1	20.7	0.0	0.0	728.7

Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	TOTAL
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	22.9	64.9	263.0	103.4	268.0	56.3	0.0	0.0	778.5
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	54.1	84.2	171.7	85.7	77.2	0.0	0.0	477.5
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	117.9	134.9	171.3	215.9	4.3	1.5	0.0	649.7
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	87.4	159.4	396.6	82.6	24.8	0.0	0.0	752.5
1990	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,8	127,9	139,9	114,3	31,6	0,0	0,0	460,5
1991	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	38,5	137,0	264,1	132,2	37,7	0,0	0,0	610,0
1992	0,0	0,4	0,0	0,0	18,5	17,2	112,6	157,5	94,2	52,2	0,0	0,0	452,6
1993	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,0	56,3	170,6	99,2	17,6	0,0	0,0	374,7
1994	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7	95,7	50,6	250,8	134,8	64,8	0,0	0,0	605,4
1995	0,0	0,0	1,0	0,0	8,5	46,0	175,6	259,6	75,0	26,5	0,0	20,3	612,5
1996	0,0	0,0	0,9	0,0	26,5	84,5	63,4	137,0	92,9	43,9	0,0	0,0	449,1
1997	0,0	0,0	0,0	0,0	14,6	59,7	64,6	150,3	42,1	27,2	0,0	0,0	358,5
1998	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	62,9	135,3	310,5	197,8	2,0	0,0	0,0	710,6
1999	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8	53,6	143,9	349,2	167,1	19,7	0,0	0,0	742,3
2000	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	91,2	124,8	189,4	144,0	135,9	0,7	0,0	686,3
2001	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	106,5	167,3	136,5	77,7	27,3	2,6	0,0	522,0
2002	0,5	0,0	0,0	0,0	2,3	65,0	32,2	160,6	70,0	58,8	0,0	4,0	393,4
2003	0,5	0,0	0,0	0,0	1,0	28,4	207,0	298,5	185,3	0,0	6,8	0,0	727,5
2004	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	48,4	219,2	243,5	82,1	50,7	0,7	0,0	646,0
2005	0,0	13,6	10,2	0,0	29,0	107,9	275,0	241,7	224,3	59,2	0,0	0,0	960,9
2006	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	63,4	96,9	232,4	83,5	23,4	0,0	0,0	499,6
2007	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	58,1	264,6	282,3	56,6	21,1	0,0	0,0	682,9
2008	0,0	0,0	0,0	4,3	28,4	141,5	177,7	403,0	132,0	58,4	0,0	0,0	945,3
Moyenne	0,1	0,7	0,6	0,2	8,1	65,6	138,5	230,4	116,1	39,9	0,6	1,3	602,1

Pluviométrie mensuelle (mm) Bafoulabé

Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	TOTAL
1960	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	87,7	199,9	185,5	122,4	50,3	0,0	0,0	652,1
1961	0,0	0,0	0,0	0,0	12,9	97,9	257,5	290,0	137,0	14,0	0,0	0,0	809,3
1962	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	69,8	298,4	621,0	118,6	75,3	12,0	0,0	1200,6
1963	0,0	0,0	0,0	0,0	20,5	84,5	242,0	238,0	171,5	97,0	0,0	0,0	853,5
1964	0,0	0,0	0,0	0,0	21,0	155,0	196,0	291,0	194,5	65,0	0,0	0,0	922,5
1965	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	190,8	184,5	472,3	211,2	67,3	10,3	0,0	1141,9
1966	0,0	0,0	0,0	2,0	44,6	152,2	104,3	179,4	271,2	122,8	0,0	0,0	876,5
1967	0,0	0,0	0,0	2,9	24,0	90,7	136,0	361,0	234,4	28,9	0,0	0,0	877,9
1968	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	63,0	209,2	171,8	223,9	20,4	0,8	0,0	692,9
1969	0,0	0,0	1,6	0,0	45,7	41,5	307,7	206,3	134,2	68,4	0,0	0,0	805,4
1970	0,0	0,0	0,0	0,0	42,7	64,1	257,4	374,0	127,9	60,9	0,0	0,0	927,0
1971	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	162,1	131,6	330,7	174,3	28,5	2,6	0,0	830,1
1972	0,0	0,0	0,0	0,0	55,4	90,3	127,4	160,9	44,4	70,0	1,0	0,0	549,4
1973	0,0	0,0	0,0	0,0	29,8	145,9	165,2	248,9	82,4	30,0	0,0	0,0	702,2
1974	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	108,4	228,9	309,6	108,2	31,2	0,0	0,0	789,4
1975	0,0	0,0	0,5	0,0	19,1	45,2	425,0	189,3	90,4	40,5	0,0	0,0	810,0
1976	0,0	0,0	0,0	0,0	28,8	64,6	192,4	200,5	193,7	141,6	0,0	0,0	821,6
1977	0,0	0,0	0,0	3,2	3,0	46,7	251,6	238,1	241,9	15,7	0,0	0,0	800,2
1978	0,0	0,0	0,0	0,0	33,2	117,5	120,4	268,9	231,8	84,7	0,0	2,4	858,9
1979	0,0	0,0	0,0	0,0	34,9	24,5	167,0	253,6	126,1	37,4	10,8	0,0	654,3
1980	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	186,7	117,2	163,8	165,2	13,2	0,0	0,0	650,6
1981	0,0	0,0	0,0	0,0	34,9	119,4	98,2	314,6	110,7	33,8	0,0	0,0	711,6
1982	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	135,6	191,8	300,6	183,7	7,6	0,0	0,0	825,1
1983	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	186,6	145,1	162,3	147,4	15,2	0,0	0,0	660,8
1984	0,0	0,0	0,0	5,2	28,2	121,7	157,8	162,9	116,1	42,1	10,8	0,0	644,8

Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	TOTAL
1985	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	108,5	211,6	258,5	203,8	29,4	0,0	0,0	814,4
1986	0,0	0,0	0,0	1,8	58,0	64,7	231,8	187,8	246,9	47,8	0,0	0,0	838,8
1987	0,0	0,4	0,0	0,8	13,6	110,2	167,3	232,1	170,4	31,8	2,3	0,1	729,0
1988	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	101,8	205,1	279,4	233,3	5,6	0,0	0,0	833,0
1989	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	190,5	223,5	378,6	168,8	58,0	0,0	0,0	1033,4
1991	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3	61,3	137,1	184,3	106,5	63,2	0,0	0,0	566,7
1994	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	88,1	166,1	231,4	139,6	32,4	0,0	0,0	661,6
1995	0,0	0,0	0,6	6,1	18,5	109,6	284,9	487,3	81,7	29,3	1,5	0,0	1019,5
1996	0,0	0,0	0,0	0,0	44,1	193,6	259,5	160,2	126,0	23,7	0,0	0,0	807,1
1997	0,0	0,0	0,0	0,5	46,7	152,7	226,6	222,3	217,0	19,3	0,0	0,0	885,1
1998	1,2	0,0	0,0	0,4	21,5	104,5	112,4	270,2	239,3	0,8	0,0	0,0	750,3
2000	0,0	0,0	0,0	1,0	24,3	15,8	104,0	196,0	67,7	77,9	3,2	0,0	489,9
2001	0,0	0,0	0,0	0,0	32,4	71,0	180,7	261,4	141,6	29,3	0,4	0,0	716,8
2002	0,1	0,0	0,1	0,8	21,8	106,9	191,3	266,1	102,3	96,2	0,3	0,0	785,9
Moyenne	0,0	0,1	0,1	0,6	21,4	105,9	195,2	264,4	159,2	46,3	1,4	0,1	794,9

Températures maximales en °C à Kayes

Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	MOY
1960	33.6	38.5	38.6	41.7	40.7	38.7	33.3	32.1	32.2	36.2	37.4	32.3	36.3
1961	31.1	35.7	38.9	42.2	42.4	38.3	32.2	31.6	33.0	36.9	38.1	35.2	36.3
1962	34.7	35.4	39.5	41.4	42.1	37.7	33.5	31.2	33.1	36.0	35.7	32.6	36.1
1963	36.5	38.9	39.0	42.1	41.0	39.9	32.3	31.1	33.6	33.9	36.8	33.8	36.6
1964	33.8	37.9	42.2	40.4	40.5	34.3	32.6	30.5	32.4	37.1	36.9	34.1	36.1
1965	31.7	37.5	40.6	40.5	42.1	37.9	32.8	30.8	32.0	35.8	36.1	32.5	35.9
1966	34.1	38.6	39.8	42.1	41.6	37.1	33.6	32.3	32.2	34.8	36.4	33.9	36.4
1967	33.1	35.5	38.5	41.1	42.1	36.2	31.9	30.4	31.5	34.5	36.0	31.0	35.2
1968	32.1	36.4	39.2	41.2	41.5	38.9	32.8	32.7	33.3	36.4	37.2	35.0	36.4
1969	36.3	40.1	42.3	40.5	42.7	38.8	32.0	31.3	32.5	33.2	36.5	34.7	36.7
1970	36.3	38.7	39.9	41.2	41.4	38.7	33.2	31.4	32.6	37.5	37.3	33.5	36.8
1971	33.9	36.5	38.6	40.9	41.7	39.2	32.1	30.2	32.8	37.2	37.0	34.9	36.3
1972	33.9	35.8	38.5	40.6	40.7	36.9	34.8	33.6	34.4	37.7	36.7	32.4	36.3
1973	32.9	36.6	39.7	42.1	41.6	36.4	34.6	31.9	34.4	37.1	37.5	31.4	36.4
1974	31.9	35.1	36.9	40.9	41.2	39.0	33.6	31.6	32.4	36.0	36.1	33.1	35.7
1975	32.4	36.0	38.9	40.7	41.3	39.7	32.4	31.4	32.6	36.1	34.9	35.4	36.0
1976	31.0	34.0	37.4	40.6	40.6	37.7	33.7	31.5	33.0	34.9	34.6	32.9	35.2
1977	34.0	36.5	39.3	40.7	42.4	38.7	33.5	33.7	32.7	36.2	37.1	34.8	36.6
1978	35.1	38.1	38.7	41.1	41.8	37.9	33.5	31.7	32.4	35.0	34.3	33.0	36.1
1979	35.8	36.5	38.6	42.0	40.6	37.0	35.4	33.0	34.0	35.4	36.0	32.7	36.4
1980	35.2	34.3	40.2	43.2	43.1	38.9	36.3	32.4	33.0	37.4	36.9	32.8	37.0
1981	31.9	36.0	39.6	42.2	40.9	39.8	33.3	31.4	33.0	37.1	37.5	34.7	36.5
1982	32.4	35.0	38.1	40.9	41.6	39.5	34.8	32.1	34.1	36.1	35.8	31.0	36.0
1983	32.8	37.3	40.3	41.8	41.2	36.9	33.3	34.3	35.4	38.7	39.5	33.4	37.1
1984	32.6	35.3	39.9	42.7	41.9	36.1	33.8	34.2	33.2	36.5	36.4	32.6	36.3
1985	31.7	37.6	38.3	40.5	42.8	38.7	32.5	32.3	33.2	37.2	37.4	31.7	36.2
1986	31.5	36.4	37.3	41.9	40.9	39.1	34.1	32.8	31.8	35.4	34.9	31.9	35.7
1987	35.1	37.0	38.4	42.4	41.4	38.9	35.4	32.6	34.6	36.2	38.4	34.3	37.1
1988	31.3	35.7	39.1	42.2	42.8	37.7	33.5	31.5	32.7	37.7	36.2	32.2	36.1

Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	MOY
1989	33.5	36.5	39.0	41.4	42.7	38.4	33.8	31.8	33.7	36.6	38.0	35.4	36.7
1990	31,3	37,1	40,4	41,5	42,8	39,8	33,3	33,6	34,6	37,2	37,9	34,5	37,0
1991	34,9	35,1	39,3	42,3	42,5	40,0	33,4	32,4	33,3	35,7	36,6	33,7	36,6
1992	32,9	37,1	36,2	40,9	40,7	39,3	33,8	33,1	33,5	37,9	35,5	35,6	36,4
1993	32,5	36,6	40,4	42,3	43,1	40,1	36,0	34,0	33,5	37,7	35,6	33,8	37,1
1994	31,1	36,0	38,8	41,9	42,0	37,3	35,1	32,2	33,3	34,9	37,2	34,0	36,2
1995	32,6	36,7	39,9	42,6	43,4	40,9	35,9	33,3	33,8	37,8	38,9	32,7	37,4
1996	36,4	38,5	39,4	42,8	42,5	40,1	35,3	33,8	34,6	36,9	37,0	35,3	37,7
1997	34,9	37,5	39,2	42,0	42,4	39,6	34,7	33,2	33,8	36,9	37,0	34,2	37,1
1998	33,3	36,8	39,1	41,9	42,1	39,5	34,3	33,2	33,7	36,4	37,0	34,2	36,8
1999	33,2	36,7	39,0	42,1	42,2	39,3	33,2	30,7	33,3	34,7	37,8	34,4	36,4
2000	34,4	36,2	41,4	43,2	43,0	38,8	34,9	31,9	33,7	35,8	35,8	34,6	37,0
2001	35,4	36,3	41,2	42,6	43,0	38,7	33,5	33,9	34,5	39,4	38,0	36,2	37,7
2002	34,5	37,3	40,4	41,7	43,6	40,0	37,7	34,7	35,6	38,1	38,5	35,4	38,1
2003	34,0	38,8	41,7	43,5	43,7	39,7	34,9	33,1	34,3	37,1	40,7	35,0	38,0
2004	33,9	37,1	40,4	43,2	44,1	40,2	33,9	33,3	35,3	38,4	38,3	36,4	37,9
2005	33,2	36,3	41,0	43,8	41,8	38,2	34,5	33,6	34,5	37,2	38,7	36,5	37,4
2006	32,5	36,3	41,1	43,5	42,6	40,4	37,4	33,4	34,6	39,0	39,1	33,8	37,8
2007	35,4	37,6	40,6	43,2	42,8	40,8	34,7	31,7	33,9	37,6	38,1	35,1	37,6
2008	32,3	39,8	41,4	42,9	41,9	37,7	33,6	31,8	34,1	36,4	38,0	35,2	37,1
Moyenne	33,6	37,0	40,0	42,5	42,6	39,5	34,7	33,0	34,1	37,1	37,7	34,8	37,2

Températures minimales en °C à Kayes

Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	MOY
1960	15.9	20.1	20.0	24.3	28.4	26.9	24.0	23.2	22.9	23.4	20.0	16.6	22.1
1961	15.7	17.9	21.1	24.4	27.9	26.5	23.5	23.4	22.5	23.2	19.3	16.2	21.8
1962	16.3	19.6	21.5	24.5	28.3	25.7	24.3	23.0	23.3	23.0	21.4	16.0	22.2
1963	18.1	20.7	21.0	24.3	26.1	26.9	23.1	23.1	23.6	21.4	18.5	15.7	21.9
1964	16.4	19.7	22.0	24.2	27.5	23.4	23.4	22.6	22.8	23.0	18.9	18.4	21.9
1965	15.3	18.8	21.4	23.6	27.7	26.2	23.5	22.5	23.1	23.1	19.8	14.7	21.6
1966	15.5	18.6	21.3	24.3	27.6	24.8	24.4	23.6	22.6	22.0	19.7	16.6	21.8
1967	16.2	18.7	21.0	24.5	28.7	25.2	23.0	22.5	22.2	22.4	20.2	15.2	21.7
1968	14.8	19.2	20.5	24.7	27.8	26.3	23.7	23.5	23.2	22.7	21.3	18.6	22.2
1969	19.0	21.0	24.9	25.9	29.1	27.2	23.4	23.2	23.5	22.9	18.9	17.8	23.1
1970	16.6	19.8	22.0	25.4	28.2	26.9	24.1	23.1	23.3	23.9	21.2	17.9	22.7
1971	15.9	19.3	22.1	27.5	26.9	27.8	23.1	22.2	22.7	21.8	20.4	17.9	22.3
1972	17.2	18.4	21.8	24.8	27.6	26.5	24.9	24.4	24.3	25.1	21.1	18.5	22.9
1973	16.7	19.9	23.0	26.4	29.9	26.0	25.4	23.3	24.1	23.8	22.2	16.3	23.1
1974	15.4	18.5	21.6	24.4	27.6	27.9	24.5	23.5	23.1	21.4	19.8	18.0	22.1
1975	16.9	17.8	21.2	25.4	28.1	27.9	23.3	23.4	23.3	22.7	18.2	17.9	22.2
1976	16.2	18.3	22.1	27.0	27.0	26.1	24.7	23.1	23.5	23.9	20.0	17.1	22.4
1977	18.0	19.0	23.4	26.2	28.7	27.6	25.1	25.2	23.3	24.4	18.9	19.0	23.2
1978	18.5	19.6	21.3	25.9	29.7	27.1	24.6	23.7	23.4	22.5	19.8	17.8	22.8
1979	19.7	18.4	23.6	25.7	28.1	26.1	24.7	23.9	24.1	24.4	20.9	17.7	23.1
1980	19.2	20.0	23.8	27.5	28.8	27.5	26.1	23.5	23.4	22.9	21.5	16.9	23.4
1981	17.1	20.1	24.0	27.4	28.6	27.3	24.7	23.1	23.3	23.8	20.4	16.5	23.0
1982	15.1	18.7	22.3	26.4	27.6	27.6	24.5	23.4	23.8	23.4	19.8	16.3	22.4
1983	17.3	20.7	23.9	27.9	30.6	26.4	24.3	24.3	24.1	23.8	20.9	17.4	23.5
1984	16.9	18.1	23.0	26.3	29.4	24.9	23.8	23.6	23.0	22.5	20.7	17.3	22.5
1985	18.4	21.0	23.8	24.7	28.6	27.2	23.0	23.3	23.2	22.2	19.1	17.1	22.6
1986	14.3	18.4	20.1	26.5	28.3	27.0	24.6	23.7	22.3	23.4	18.6	16.2	22.0
1987	17.0	19.6	21.5	26.6	30.6	27.4	25.1	24.0	24.6	23.8	20.3	18.5	23.3
1988	15.9	21.4	23.6	26.0	28.6	27.3	24.6	23.6	23.0	22.8	19.2	15.6	22.6

Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	MOY
1989	16.3	19.3	21.4	24.0	29.0	26.8	24.4	23.4	23.4	23.1	21.6	17.6	22.5
1990	16,4	19,6	23,5	26,2	28,8	27,9	24,6	23,7	24,1	24,2	20,4	17,5	23,1
1991	19,0	19,1	21,3	24,3	28,5	28,8	24,6	23,9	23,3	22,6	19,3	17,6	22,7
1992	18,4	20,5	21,3	24,8	28,2	27,3	24,7	24,0	23,4	23,9	20,4	18,0	22,9
1993	17,5	19,8	22,9	27,3	30,4	28,2	25,4	23,9	23,6	24,6	21,3	17,1	23,5
1994	14,9	18,2	22,8	26,5	27,8	26,5	25,0	23,7	23,6	22,9	21,4	16,5	22,5
1995	15,0	18,4	23,1	24,6	28,7	28,6	24,9	23,8	23,3	22,7	19,4	18,4	22,6
1996	18,2	21,2	22,8	24,9	28,4	28,4	25,3	23,8	23,8	23,3	19,2	18,0	23,1
1997	18,7	19,8	22,5	25,5	28,7	28,0	24,9	23,8	23,6	23,5	20,2	17,6	23,1
1998	17,3	19,6	22,4	25,6	28,5	28,1	24,4	23,7	23,8	23,6	20,2	17,1	22,9
1999	17,7	19,1	22,5	25,4	28,8	28,0	24,6	23,4	23,2	23,6	20,0	17,0	22,8
2000	20,2	19,8	24,0	28,6	30,2	27,8	25,6	23,3	24,0	23,5	19,8	16,8	23,6
2001	16,2	19,2	23,0	26,3	29,9	27,4	24,9	25,2	24,6	23,9	21,5	19,9	23,5
2002	18,5	19,9	22,8	25,8	28,4	28,2	26,7	24,8	24,8	24,7	21,3	19,2	23,8
2003	17,9	21,4	24,5	28,2	31,1	28,5	25,0	24,8	24,0	25,0	18,2	18,5	23,9
2004	18,5	19,7	23,7	28,4	29,6	28,2	25,1	24,3	24,3	24,6	22,7	20,4	24,1
2005	18,2	22,5	24,9	28,2	29,9	27,6	25,3	24,1	24,4	23,9	20,1	19,8	24,1
2006	17,4	20,4	24,1	29,3	29,0	27,7	26,6	24,4	24,2	26,1	20,8	17,1	23,9
2007	17,9	20,8	24,0	27,3	29,4	29,3	25,5	23,9	23,9	24,4	20,5	18,3	23,8
2008	14,8	20,4	23,4	26,6	28,7	27,2	24,5	23,7	23,6	23,8	18,3	18,4	22,8
Moyenne	17,5	20,0	23,1	26,5	29,1	28,0	25,1	24,0	23,9	23,9	20,3	18,1	23,3

ANNEXE 6 : Résumé de l'atelier de validation de l'Avant Projet Sommaire

ATELIER DE VALIDATION DE L'APS

L'atelier de validation de l'étude d'avant projet sommaire de restauration, protection et d'embellissement des berges du fleuve Sénégal dans les cercles de Kayes et de Bafoulabé a eu lieu dans la ville de Kayes à l'hôtel « Buna » mardi 09 mars 2010, présidé par M. Abacar SIDIBE conseiller technique au ministère de l'agriculture.

L'atelier s'est déroulé selon l'Agenda suivant :

AGENDA

- 09H00 - 09H10 : Ouverture par Monsieur, le Gouverneur ou son Représentant.
 09H10 - 09H20 : Mots de Monsieur, le Représentant l'OMVS/PGIRE
 09H20 - 09H30 : Mots de Monsieur, le Directeur du PDIAM
 09H30 - 09H45 : Pause-café
 09H45 - 13H00 : Présentation du Bureau d'Etudes BETICO et débats
 13H00 - 14H30 : Pause Déjeuner
 14H30 - 17H00 : Suite des débats, synthèse et clôture.

Le tableau suivant résume les réactions des participants au cours de l'atelier, et les tentatives de réponses proposées par le consultant.

OBSERVATIONS ET TENTATIVES DE REPONSES

Les observations	Les explications et/ou réponses
1. Pour une grande participation, quelles sont les populations rencontrées lors des enquêtes ?	A ce stade de l'étude les enquêtes ont été menées essentiellement au niveau des Conseils Communaux et des chefferies traditionnelles. Les conseils communaux, les chefs de villages et beaucoup de personnes ressources ont été enquêtés. Cette participation des populations sera renforcée à travers les consultations publiques qui seront organisées lors des EIES et qui concerneront toutes les couches socio - professionnelles des populations concernées.
2. En terme de prise en charge, donner une idée de l'apport des populations bénéficiaires au coût du projet.	APD
3. Donner la longueur des points d'accès ; pourquoi le coût d'un mur est celui de deux murs ?	La longueur d'un accès est égale à 170m. Le coût d'un mur unique est supérieur à celui d'un mur à deux niveaux car l'épaisseur du mur est fonction de sa hauteur, plus la hauteur est grande plus l'épaisseur

Les observations	Les explications et/ou réponses
	est importante.
4. Pourquoi la longueur totale des sites est de 37,5 km au lieu de 38,5 km ?	Cela s'explique par le fait que les 5 000 m de la ville de Kayes qui sont pris en compte dans le cadre d'un autre projet ont été abandonnés et remplacés par le choix d'autres sites.
5. Conformément à le topo séquence de la zone, quelle est la distance à partir du fleuve dont le traitement permettra de pérenniser les réalisations du projet ?	Les TDR indiquent des linéaires de berges. Cependant, l'approche de l'étude est basée sur les bassins versants et sur les terroirs. Les traitements concerneront l'espace compris entre les chaînes de montagnes qui longent le fleuve de part et d'autre, car les ravins qui prennent leur source dans ces montagnes seront traités depuis ces sources jusqu'au fleuve. Par ailleurs les glacis de dénudation et les autres zones de dégradations dans cet espace seront traités.
6. Corriger les noms scientifiques des espèces végétales et biffer les articles devant certains de ces noms.	OK
7. Page 11 : Les populations et leurs projections sont basées sur le RGPH 1998 ; actualiser les chiffres en utilisant les résultats du RGPH 2009.	Les résultats du RGPH 2009 n'étant pas encore officiels, n'ont pas pour le moment été retenus
8. Page 14 : Faire la différence entre réserves de faunes et zones d'intérêts cynégétique.	OK
9. Page 15 : Reformuler le contenu du chapitre "Productions forestières et halieutiques	OK
10. Page 26 : Elaborer une liste des espèces végétales avec les noms vernaculaires	Cette liste sera prise en compte dans le document d'EIES qui doit mettre l'accent sur la dimension biodiversité.
11. Page 56 : La méthode ORSTOM ?	ORSTOM est l'actuel IRD qui est un institut de recherche.
12. Page 73 : Séparer Acacia albida, Acacia seyal, Acacia Sénégal	OK
13. Les facteurs de dégradation des berges comme la coupe abusive de bois, les parcours de bétail et le surpâturage doivent être davantage prises en compte. Quelle sont les mesures envisagées à cet effet ?	Tous les facteurs de dégradation des berges sont pris en compte à travers des mesures techniques, organisationnelles, institutionnelles et réglementaires. Beaucoup de mesures d'accompagnement s'inscrivent dans ce cadre.

Les observations	Les explications et/ou réponses
<p>14. Les scénarios d'investissement doivent être bâtis sur la base de la recherche de la durabilité. Ce qui implique la prise en compte des études sur les systèmes de production, de gestion des ressources naturelles (GRN) et leur amélioration. Le GRDR est entrain de travailler sur la protection des berges notamment avec le vétiver. y a- t- il d'autres espèces végétales identifiées par l'étude ?</p>	<p>OK</p>
<p>15. Page 78 : Revoir la formule et écrire "x" au lieu de "+"</p>	<p>OK</p>
<p>16. Il est demandé au consultant (bureau d'études) de rapprocher le GRDR pour des échanges d'expériences et une synergie d'actions en matière de protection des berges et de travaux de lutte anti - érosive.</p>	<p>OK. Ce contact se renforcera compte tenu de la grande expérience du GRDR en matière de protection des berges et de lutte anti érosive. Ces expériences ont été beaucoup mises à profit lors de l'étude.</p>
<p>17. Le respect des TDR : les changements de sites devraient être de manière concertée ; la longueur totale des sites (38,5 km au lieu de 37,5 km) doit être complétée. Dans le cercle de Bafoulabé, il s'agit des communes de Bafoulabé et de Mahina. Au début du projet, Bafoulabé n'était pas prévu. mais lors de l'identification, des sites se sont imposés à ce niveau.</p>	<p>OK</p>
<p>18. Il est mieux de capitaliser ce qui a été fait en matière de protection des berges. L'expérience de Somakidy coura doit être suffisamment décrite en avantages et inconvénients, points forts et point faibles, etc.</p>	<p>OK</p>
<p>19. Donner la situation des populations directement concernées par site. Il s'agit des populations des villages des sites.</p>	<p>Les populations directement concernées seront davantage caractérisées dans le document d'EIES.</p>
<p>20. Présenter les schémas de topo séquences de tous les sites et proposer les mesures conformément à ces topo séquences</p>	<p>Ces schémas qui n'existent que pour trois sites n'ajoutent pas une grande chose à la qualité du document. Par conséquent, ils doivent être supprimés.</p>

Les observations	Les explications et/ou réponses
<p>21. Les coûts et les variantes : la variante 1 demande beaucoup de calculs ; elle apparaît chère et difficile à entretenir. Pour faciliter l'entretien des infrastructures par les bénéficiaires et assurer leur pérennisation, l'OMVS ne veut pas entendre parler de béton. Dans l'APD, il faut maîtriser les coûts et justifier les prix unitaires. Dans tous les cas, il faut évaluer tous les coûts sans tenir compte de l'enveloppe disponible, car l'OMVS envisage de protéger les berges sur 87 km dans 15 ans. L'APD doit faire la répartition des coûts entre les acteurs (Etat, populations bénéficiaires, PTF, etc.)</p>	<p>OK</p>
<p>22. les actions retenues doivent être intégrées par site, en prenant en compte les activités de renforcement des capacités (institutionnelle, organisation, formation, etc.) pour assurer la durabilité des actions.</p>	<p>Les actions sont déjà intégrées. Le renforcement des capacités (institutionnelle, organisation, formation, etc.) sera davantage pris en compte dans les documents d'APD et d'EIES.</p>
<p>23. Page 72 Il faut davantage retenir les espèces locales et éviter celles envahissantes comme le Prosopis juliflora, le Mimosa pigra.</p>	<p>Le choix des espèces proposées est basé sur celles présentes sur le terrain. Mimosa pigra ne sera pas utilisé ; cependant, Prosopis juliflora pourrait bien l'être.</p>
<p>24. Le projet n'avait pas envisagé la réalisation d'une Etude d'Impacts Environnemental et Social. Dans ces conditions, si les activités nécessitent un déplacement de populations, le consultant doit élaborer le Plan d'Action de Réinstallation.</p>	<p>Conformément au décret 346, ce projet doit faire l'objet d'EIES. Par ailleurs, les populations à déplacer dépassent 200 personnes, d'où l'élaboration d'un Plan d'Action de Réinstallation (PAR) conformément aux Procédures de Sauvegarde Environnementales et Sociales de la Banque Mondiale.</p>
<p>25. Les avantages présentés ne permettent pas une prise de décision. Il faut comparer les scénarios en termes d'avantages et d'inconvénients pour permettre un choix.</p>	<p>Les ouvrages en béton armé sont mieux adaptés à notre cas de figure, ils seront renforcés par des mesures biologiques car les expériences ont montré que beau nombre de berges avec des mesures biologiques ont cédées, ce qui nous vous laisse conseiller les ouvrages en béton armé.</p>
<p>26. Préciser davantage les mesures d'accompagnement nécessaires pour la durabilité des actions.</p>	<p>Beaucoup de mesures d'accompagnement sont décrites dans le document. Cependant, elles seront davantage précisées dans les documents d'APD et d'EIES.</p>

LES RECOMMANDATIONS

1. Compléter les 37,5 km à 38,5 km conformément aux TDR au niveau du site de Mahina notamment au niveau du pont ;
2. Dans la variante retenue les accès comporteront :
 - Les Gradins en béton armé (10m) ;
 - Les Plateformes en béton armé (20m + 20 m = 40 m) ;
 - Les murs de soutènement 1 en béton armé (10m+10m = 20m) ;
 - Les murs de soutènement 2 en Gabion de très bonne qualité (35m+35m = 70m) ;
3. Diligenter le plus rapidement possible (1 mois) les études d'APD ;
4. Réaliser les Etudes d'Impacts Environnementales et Sociales, assorties d'un projet de TDR pour l'étude du Plan d'Action de Réinstallation (PAR).

La liste de présence est jointe ci-contre.